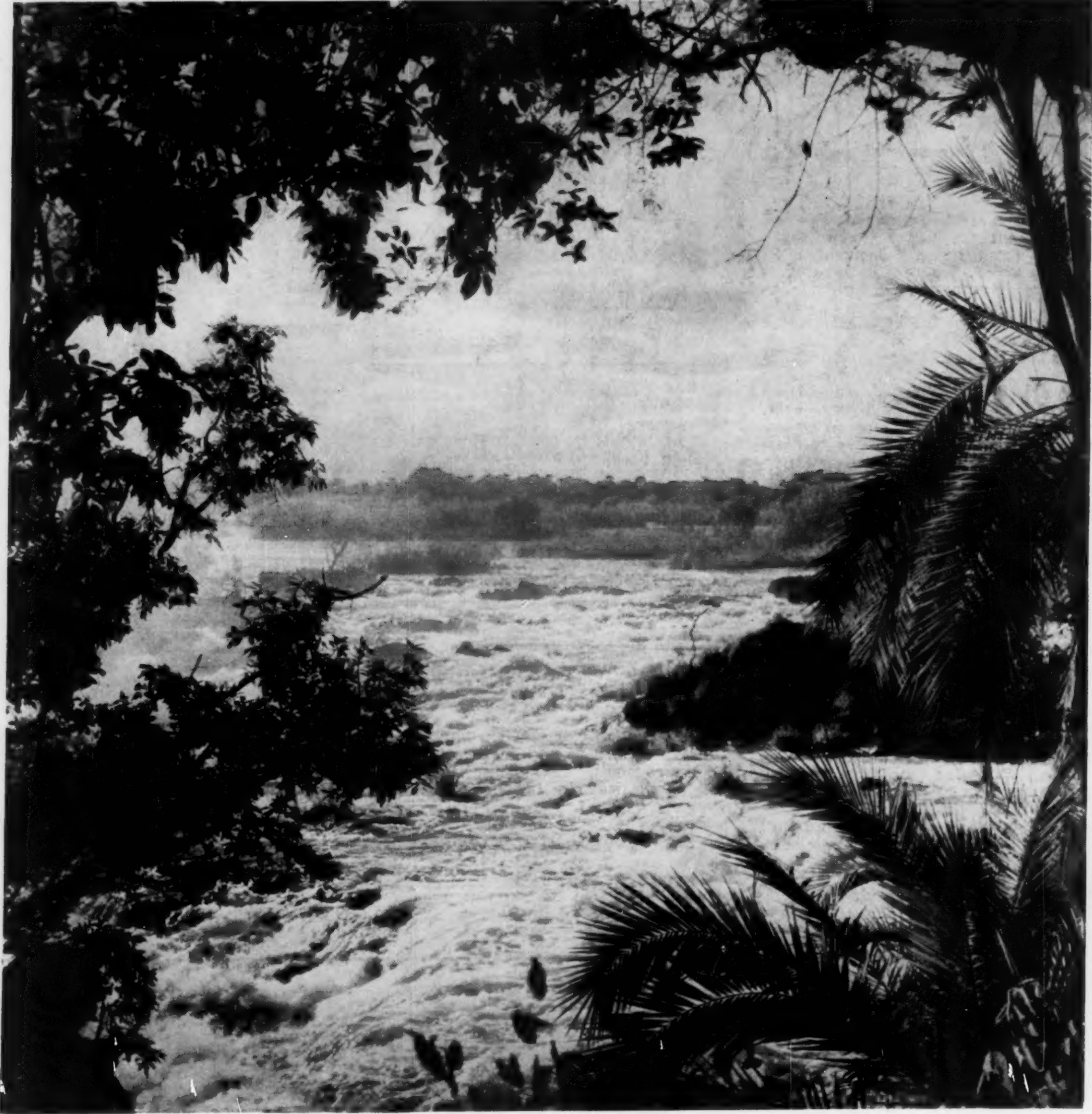
LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS



LES RHODÉSIES

Les rapides du Zambèze en amont des chutes Victoria

(Photo Public relations Dept. of Southern Rhodesia).

N° 3225 – Janvier 1954 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

Le traitement des métaux par le froid

Le traitement des métaux par le froid permet dans certains cas d'améliorer leurs propriétés. L'application la plus courante aux très basses températures est la stabilisation des aciers. On achève ainsi la transformation de l'austénite, qui ne se produit pas par la trempe à la température ordinaire. On peut également empêcher ainsi le vieillissement des alliages d'aluminium, notamment celui des rivets, si dangereux en aviation.

* * *

Le Secrétariat international de la laine signale qu'un nouveau procédé d'enrobage de la laine par du caoutchouc permet à une usine de Keighley (Yorkshire) de fabriquer des chaussettes de football ne rétrécissant pas et dont la résistance à l'usure est nettement augmentée. Le nouveau procédé, breveté, est le résultat de recherches entreprises depuis plus de 14 ans dans un laboratoire de l'Association de recherches des industries de la laine à Leeds, sous la direction de C. M. Blow. Le caoutchouc maintient les fibres de laine en position et les empêche de feutrer ; il ne forme pas non plus de pellicule continue qui, par conséquent, n'empêche pas la laine de conserver ses propriétés d'isolement thermique et d'absorption.

* * *

Des recherches poursuivies en Australie ont démontré que d'immenses territoires désertiques peuvent être rendus fertiles et aptes à l'élevage du mouton en corrigeant artificiellement le sol de ces régions par l'apport d'oligoéléments qui y sont actuellement déficients : cuivre, zinc, molybdène, cobalt, etc.

* * *

D'après de récentes statistiques, il y aurait aujourd'hui dans le monde environ 845 000 000 de têtes de bétail, soit 14 pour 100 de plus qu'avant-guerre. Les plus forts accroissements ont été relevés en Afrique, 47 pour 100, Amérique du Nord, 33 pour 100, et Amérique du Sud, 32 pour 100. Par contre, en Europe orientale et en U.R.S.S., le cheptel ne serait pas encore reconstitué et les nombres des animaux de ferme resteraient au-dessous de ceux d'avant-guerre.

SOMMAIRE

Un Congrès international de l'enregistrement sonore

La Société des Radioélectriciens, 10, avenue Pierre-Larousse, à Malakoff (Seine), annonce qu'un Congrès international sur les procédés d'enregistrement sonore et leur extension à l'enregistrement des informations se tiendra à Paris du 5 au 10 avril. Le congrès étudiera les techniques de base (enregistrement mécanique, photographique, magnétique), les domaines d'application (disques, cinéma, radio, télévision, machines à calculer, téléphone automatique, etc.), les développements récents de matériaux ou produits utilisés (émulsions, produits magnétiques, semi-conducteurs). Une exposition publique de matériel montrera les réalisations techniques françaises et étrangères.

* * *

Le premier réacteur nucléaire destiné à l'équipement des sous-marins atomiques a été mis en marche à Arco dans l'Idaho.

L'emploi du silicium dans les transistors

Une société américaine a mis sur le marché du silicium pur, de structure cristalline, dont les propriétés semi-conductrices permettraient de le substituer au germanium, bien plus rare, pour le montage des transistors utilisés en électronique. Ce nouveau produit est d'un prix relativement bas. Son intérêt principal est sa résistance aux températures élevées ; il remplace le germanium au-dessus de 77° C et résiste jusqu'à 205° C.

* * *

La métallisation des revêtements sous vide se développe largement. Elle s'applique particulièrement aux matières plastiques, qui trouvent ainsi de nouveaux débouchés dans les industries électriques et électroniques, en optique et pour la décoration. Cette méthode peut être appliquée également sur les métaux et sur les verres. Les dépôts sont constitués par de l'aluminium, du cuivre, de l'argent, de l'or, etc.

* * *

Une machine combinée pour le ramassage industriel des épinards peut en récolter 150 t en 8 heures. Elle fait donc avec 5 hommes une récolte qui exigeait 100 à 150 ouvriers auparavant.

* * *

La compagnie Cramet Inc. de Chicago a passé un contrat avec le gouvernement des États-Unis pour la livraison de 30 000 t d'éponge de titane métallique répartie sur une durée de cinq ans. L'usine sera probablement installée aux environs de Nashville, dans le Tennessee.

* * *

En présence des frais de main-d'œuvre sans cesse croissants, les planteurs de Californie se sont de plus en plus tournés vers la mécanisation de la culture et de la récolte du riz. Sur une superficie de 300 acres, un planteur peut, en utilisant un tracteur et deux petites « combined » automotrices, produire du riz à raison d'environ 7 heures 1/2 de travail d'ouvrier par acre. Au Pérou, la production du riz exige 677 heures d'ouvrier par acre, chiffre relativement bas si on le compare à celui nécessaire en Asie.

LA NATURE

Revue mensuelle

DUNOD, Éditeur

92, rue Bonaparte, PARIS-6e

C. C. P. Paris 75-45 — Tél. DAN. 99-15

ABONNEMENTS 1954

France et Union fse : un an : 2 000 francs six mois : 1 000 francs

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) : un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg : un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30 F en timbres-poste français ou l'équivalent en monnaie étrangère

N° 3225 Janvier 1954

LA NATURE

L'Homme et le Singe de Piltdown

Malgré leur répugnance à accoler une mâchoire de Singe à un crâne d'Homme, la plupart des paléontologistes s'étaient peu à peu laissé convaincre. Et voilà que les sceptiques triomphent soudain : l'Homme de Piltdown répudie la monstrueuse mandibule, qui est celle d'un Chimpanzé moderne, habilement truquée. M. Jean Piveteau, professeur de paléontologie à la Sorbonne, bien connu de nos lecteurs pour lesquels il a naguère évoqué de suggestives « Images des mondes disparus », expose l'histoire et la portée de ce problème scientifique, qui vient de se restreindre aux proportions d'un problème policier.

★

NULLE découverte n'a provoqué, dans le domaine de la Paléontologie humaine, autant de discussions que celles des pièces désignées communément sous le nom d'Homme de Piltdown. Nous nous proposons d'exposer les éléments décisifs qui viennent d'être apportés à la solution d'un problème tant débattu et d'en examiner les conséquences relativement à la question des origines humaines.

Dans un livre posthume, publié en 1948 (1), le paléontologiste anglais Smith Woodward a conté en détail l'histoire des trouvailles de Piltdown, petite localité du Sud de l'Angleterre, dans le Sussex. Le personnage principal de cette singulière affaire fut Charles Dawson, esprit curieux de toutes choses, avocat et régisseur du manoir de Barkham, situé sur le territoire de Piltdown. Dawson, particulièrement intéressé par la paléontologie, visitait souvent les carrières de sable alluvial de la région, afin de recueillir les fossiles intéressants que les exploitants pouvaient en extraire. Longtemps son zèle demeura sans résultat. Enfin, un certain jour de l'année 1908, les ouvriers découvrirent une pièce insolite, de forme arrondie et de couleur brune, qu'ils prirent pour une noix de coco. Ils la brisèrent en plusieurs morceaux, n'en conservant qu'un fragment qu'ils remirent à Dawson. Celui-ci reconnut qu'il s'agissait d'une portion de pariétal humain, d'épaisseur peu courante, coloré en rouge comme les cailloux de la carrière. Sans avertir les ouvriers de la nature de leur trouvaille, il entreprit une exploration méthodique des déblais. En 1911, il mettait à jour une seconde pièce, plus grande que la première, et appartenant à la région frontale. Au printemps suivant, il signala ces faits au paléontologiste Smith Woodward, du British Museum. Ils entreprirent alors des fouilles de concert. De nouveaux fragments de crâne furent exhumés des déblais ; puis Dawson retira du gravier en place la moitié droite d'une mandibule portant les deux premières molaires définitives, cependant qu'à 1 m plus loin et au même niveau, Smith Woodward trouvait un fragment d'occipital (fig. 1). Les chercheurs s'adjoignirent un collaborateur, qui devait, par la suite, apporter de brillantes contributions à la Paléontologie humaine, le Père Teilhard de Chardin, alors élève d'un collège de Jésuites proche de Hastings. Et, un jour d'août 1913, le Père Teilhard, examinant les déblais rejetés par les ouvriers, découvrit une canine qui fut attribuée par Smith Woodward à la mandibule. Peu après, Dawson mettait à jour deux os nasaux. Enfin, en 1915, d'autres fragments cra-

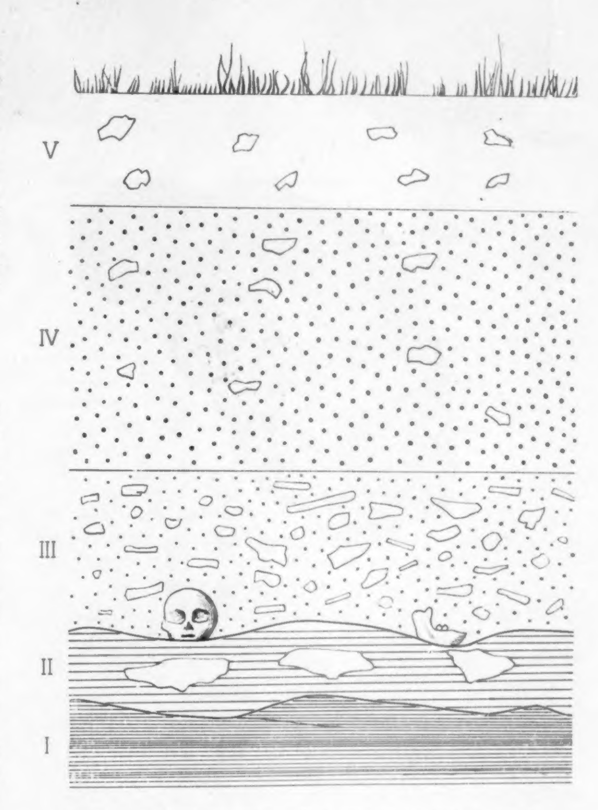


Fig. 1. — *Coupe du gisement de Piltdown d'après Dawson.*

I, strates en place des *Tunbridge Wells Sands* (Wealdien) ; II, lit de sable et argiles, sorte de boue formée aux dépens des couches sous-jacentes, avec de gros blocs de silex ; III, gisement de l'*Eoanthropus* et des fossiles pliocènes roulés : gravier ferrugineux brun foncé, avec silex subanguleux et morceaux de fer tabulaires, éolithes, un silex taillé dont la surface de base présente des dépressions (45 cm environ) ; IV, sable argileux jaune pâle, contenant, à l'état remanié, des éléments de la couche III (au milieu de cette couche de 75 cm environ, un instrument paléolithique) ; V, sol superficiel (30 cm environ).

1. Sir Arthur S. WOODWARD. *The Earliest Englishman.* Londres, 1948.

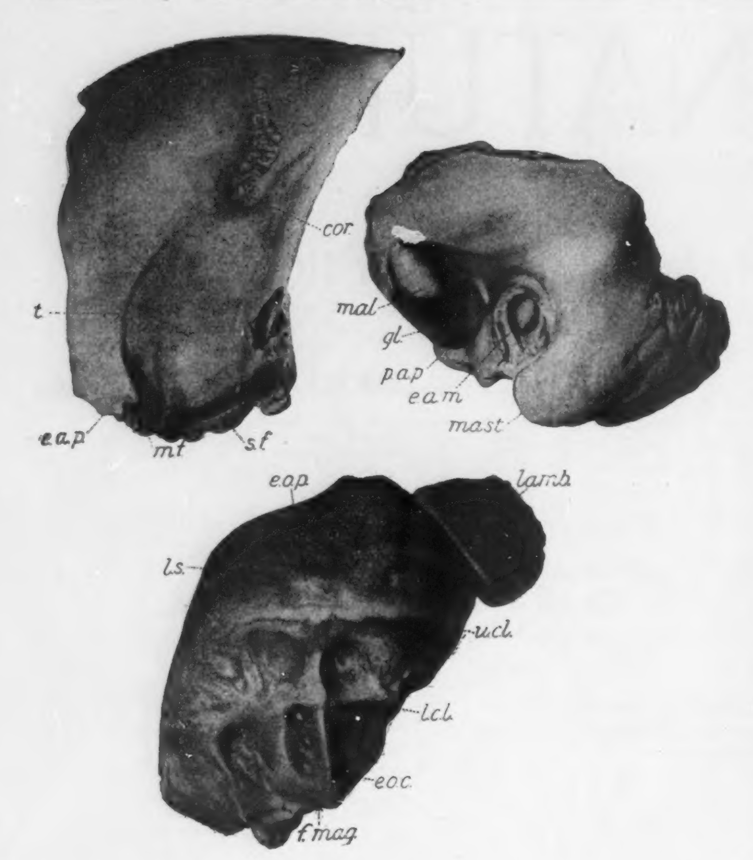


Fig. 2. — *Divers fragments du crâne de Piltdown.* *En haut, à gauche*, frontal gauche vu par sa face externe : *cor*, suture coronale ; *e.a.p.*, apophyse orbitaire externe ; *m.f.*, surface d'articulation pour le jugal ; *s.f.*, surface d'articulation pour le sphénoïde ; *t.*, crête temporale. *En haut à droite*, temporal gauche, face externe : *e.a.m.*, conduit auditif externe ; *gl.*, fosse glénoïde ; *p.a.p.*, apophyse post-glénoïde ; *mal.*, apophyse zygomatique ; *mast.*, apophyse mastoïde. *En bas*, occipital, face externe ; *e.o.c.*, crête occipitale externe ; *e.o.p.*, protubérance occipitale externe ; *f.mag.*, foramen magnum ; *lamb.*, portion de la suture lambdoïde ; *l.s.*, ligne suprême ; *u.c.l.*, ligne courbe supérieure ; *l.c.l.*, ligne courbe inférieure. 2/3 de la grandeur naturelle (d'après Smith Woodward).

Fig. 3. — *Restauration, par Smith Woodward, de la tête osseuse de l'Eoanthropus Dawsoni.* Échelle : 1/3 de la grandeur naturelle.

(Figures extraites de M. Boule et H. V. Vallois, *Les Hommes fossiles*, 4e éd., Masson).



niens, un frontal et un occipital, ainsi qu'une molaire isolée, furent trouvés à une certaine distance du premier gisement. Il semble que les recherches se soient alors arrêtées. Dawson devait d'ailleurs mourir en 1916. Smith Woodward est décédé en 1944.

Étude paléontologique. — Les restes de Piltdown considérés comme humains et trouvés entre 1908 et 1913 (on les désigne par l'appellation de Piltdown I) comprennent des portions de la cavité cérébrale, en particulier un temporal à peu près complet, une portion de mandibule portant deux molaires et une canine isolée. Les pièces découvertes en 1915 (ou Piltdown II) en un autre point de la formation alluviale se réduisent à des fragments d'occipital et de frontal et à une molaire. Dawson, qui fit l'étude géologique des graviers de Piltdown, considéra ces fossiles comme datant du Pléistocène inférieur. A Smith Woodward revint l'étude paléontologique.

Les éléments du crâne n'offrent aucune différence avec les parties correspondantes d'*Homo sapiens ;* ils sont remarquables par leur grande épaisseur qui ne peut constituer toutefois un caractère distinctif. Le temporal est identique à celui des races actuelles : la cavité glénoïde est profonde, le tympanique comprimé, l'apophyse mastoïde bien développée (fig. 2).

La mandibule, au contraire, est étonamment simienne par la robustesse de sa branche montante, la faible profondeur de l'échancrure sigmoïde, l'étalement du bord inférieur de la symphyse en une « plaque simienne », ainsi que par des particularités de structure : le sillon mylo-hyoïdien, par exemple, au lieu de prolonger l'ouverture du canal dentaire, comme chez l'Homme, prend naissance en arrière de celle-ci, comme chez le Chimpanzé (fig. 4). Le condyle n'étant pas conservé, on ne peut vérifier s'il s'adapte à la cavité glénoïde du temporal.

La canine présente une morphologie plus nettement simienne que n'importe quelle canine d'Homme moderne ou fossile ; elle offrirait une certaine ressemblance avec une canine de lait d'Anthropomorphe, mais elle appartient sans conteste à la dentition permanente. Les molaires inférieures, fortement usées, ont également une apparence simienne et rappellent étroitement celles du Chimpanzé.

Smith Woodward mit parfaitement en évidence le caractère contradictoire de ces pièces. Le gisement de Piltdown renfermait un crâne de type moderne, une mandibule et des dents évoquant un Singe anthropomorphe. Il estima cependant qu'il ne s'agissait que des restes d'un seul et même individu, qu'il considéra, à cause des caractères pithécoïdes de la mandibule, comme un hominien primitif, pour lequel il proposa l'appellation générique d'*Eoanthropus*, ou forme aurore de l'humanité (fig. 3 et 5).

Développement de la controverse. — Le travail de Smith Woodward ne pouvait manquer de susciter un vif intérêt dans les milieux scientifiques. Immédiatement, paléontologistes et anthropologistes se rangèrent en deux camps. Les uns, acceptant les vues du savant anglais, édi-

fièrent, en se fondant sur les pièces de Piltdown, une phylogénie nouvelle. Dès le début du Quaternaire, le rameau humain était diversifié : une première branche, celle des Néanderthaliens, devait s'éteindre sans descendance ; une seconde branche, figurée par l'*Eoanthropus*, conduirait à l'*Homo sapiens*, à l'Homme moderne.

Les autres estimèrent qu'*Eoanthropus* était un être composite et artificiel, que le crâne correspondait à un Homme, mais que la mandibule appartenait à un Chimpanzé. Les arguments donnés à l'appui d'une telle conception reposaient essentiellement sur le vieux principe des corrélations de Cuvier : pour que deux organes puissent être associés dans un vivant, il faut qu'il n'y ait entre eux aucune incompatibilité mécanique ou physiologique. Or, comme le faisait remarquer l'anatomiste Waterston, « il est tout aussi impossible d'attribuer au crâne de Piltdown la mandibule que d'articuler le pied d'un Chimpanzé à la jambe d'un Homme ».



Fig. 5. — *Comment Smith Woodward voyait l'Homme de Piltdown.*
(Imité de A. Smith Woodward, *The Earliest Englishman*).

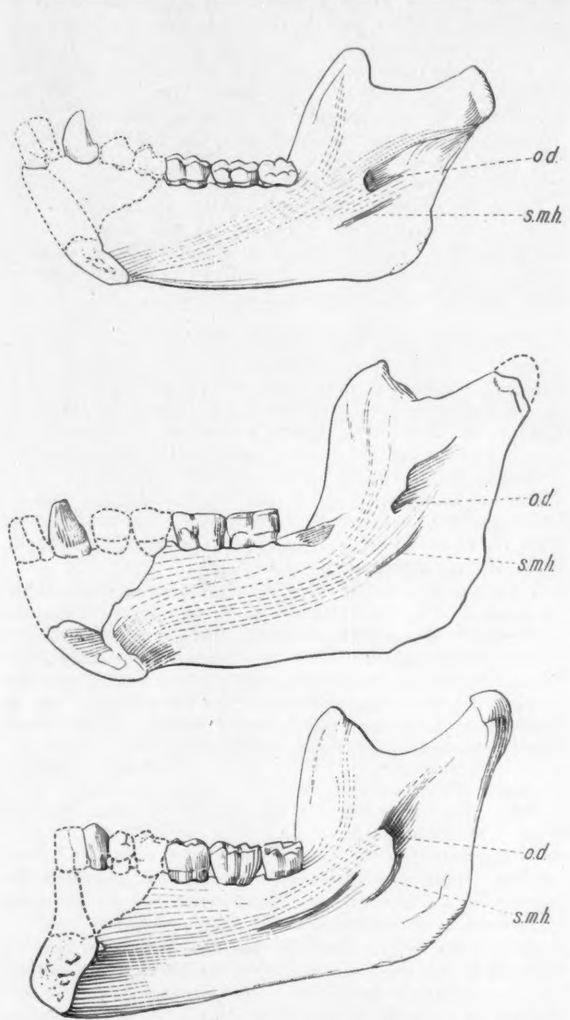


Fig. 4. — *De haut en bas,* ***Mandibules de Chimpanzé, de Piltdown et d'un Homme moderne vues par la face externe.***
o.d., orifice du canal dentaire ; *s.m.h.*, sillon mylo-hyoïdien. On notera la forte inclinaison, d'avant en arrière, de la région symphysaire chez le Chimpanzé et sur le spécimen de Piltdown. On a laissé en pointillé sur la mandibule de Chimpanzé et sur la mandibule humaine la région correspondant à la partie manquante sur Piltdown.

Manifestement les tenants de cette conception allaient diminuant avec les années, ou faisaient preuve d'une conviction de plus en plus faible. Les hésitations et les scrupules de Marcellin Boule sont un net témoignage de ce point de vue. Dans la première édition de son livre classique, *Les Hommes fossiles*, publié en 1921, l'éminent paléontologiste, frappé surtout par l'argument de Waterston rapporté plus haut, est partisan de la thèse qui considère *Eoanthropus* comme un être composite et artificiel. Il faut dissocier, estime-t-il, les deux parties de la tête, le crâne ayant appartenu à un Homme, la mandibule à un Chimpanzé. Toutefois, la présence au même point d'une nappe alluviale, par le simple jeu du hasard, de deux espèces de grands Primates de même taille, offrant le même degré de fossilisation, lui paraissait difficilement explicable. La trouvaille, en 1915, à 3 km de distance, d'une même association (des fragments crâniens de type humain et une molaire au dessin simien), l'ébranlait également quelque peu. Enfin, une étude d'Elliot Smith et de Hunter, publiée en 1922, selon laquelle le crâne de Piltdown présenterait des caractères le rapprochant des jeunes Singes anthropomorphes, lui parut atténuer fortement, si même il ne le faisait disparaître, le paradoxe anatomique qui l'avait tout d'abord impressionné. Et dans la seconde édition de son ouvrage, datée de 1923, il déclarait : « En présence de ces faits nouveaux, je ne saurais être aussi affirmatif qu'autrefois. Je reconnais qu'ils font pencher un peu plus la balance du côté de l'hypothèse de Smith Woodward... Mais je dois ajouter que mes doutes ne sont pas complètement dissipés, que les arguments pour ou contre ne me paraissent pas décisifs ; il est encore permis de supposer que le crâne et la mandibule de Piltdown ont pu appartenir à deux êtres différents ».

Weidenreich s'éleva toujours avec la plus grande vigueur contre la conception de l'*Eoanthropus*. D'un examen direct des échantillons de Piltdown, il conclut : 1° la mandibule a tous les caractères d'une mandibule d'Anthropomorphe et peut appartenir à une forme voisine de l'Orang actuel ; 2° les os de la calotte crânienne présentent toutes les caractéristiques de l'Homme

moderne ; 3° la mandibule et le crâne n'appartiennent ni au même individu, ni au même type zoologique ; 4° l'appellation d'*Eoanthropus*, fondée sur une interprétation erronée, doit être rejetée.

Cette opinion si nettement formulée et appuyée sur une discussion approfondie des données anatomiques ne trouva aucun écho. D'ailleurs, les partisans de l'*Eoanthropus* crurent avoir trouvé la justification définitive de leur point de vue, dans le fait suivant. On sait que le fluor s'accumule lentement dans les ossements enfouis dans le sol. Or le dosage du fluor, effectué en 1950, parut révéler que les pourcentages de cette substance étaient exactement les mêmes dans la mandibule et les dents d'une part, dans les os du crâne d'autre part. L'association des deux sortes de pièces s'imposait.

Une telle conclusion était toutefois quelque peu surprenante. Ceux qui se refusaient à croire à l'*Eoanthropus* n'avaient jamais invoqué, comme argument, une différence d'âge géologique entre le crâne et la mandibule, mais l'impossibilité physiologique d'articuler un condyle simien dans une cavité glénoïde humaine. La difficulté restait donc entière, mais on la passait sous silence.

La fin de l'énigme. — Soudainement, en cette fin d'année 1953, après 40 années de discussions, l'énigme de Piltdown se trouve résolue. J. S. Weiner, K. P. Oakley, W. E. Le Gros Clark viennent de publier les résultats d'une minutieuse et rigoureuse enquête ([1]) : la mandibule et la canine sont des pièces modernes maquillées, en un mot ce sont des faux. Voici, brièvement résumés, les passages essentiels de ce rapport.

Preuves d'une abrasion artificielle des dents. — Une étude comparative des surfaces d'usure des molaires de Piltdown avec les surfaces d'usure produites naturellement chez l'Homme et chez les grands Primates révèle des différences fondamentales dans l'extension de l'usure, la manière dont la dentine est mise à jour, la forme du contour des surfaces occlusales, le sens dans lequel se fait l'usure, etc.

La molaire isolée, trouvée en 1915, observée à la loupe binoculaire, présente un émail rayé par l'action d'un abrasif.

Le mode d'usure de la canine est très différent de celui qu'on observe sur une canine humaine ou sur une canine de grand Singe. La partie érodée montre la dentine sur toute la surface linguale et jusqu'au sommet de la cavité pulpaire. La structure de l'extrémité de la racine, la largeur de la cavité pulpaire indiquent une dent jeune, ce qui est incompatible avec son extrême usure.

L'examen aux rayons X ne révèle aucun dépôt de dentine secondaire, alors qu'il s'en produit dans une usure normale, et la partie abrasée de la couronne montre de fines stries disposées verticalement, suggérant l'action d'un abrasif.

Teneur en fluor et en matière organique. — Une nouvelle détermination du fluor, d'après une technique perfectionnée, établit, « sans le moindre doute », que si le crâne de Piltdown peut remonter au Pléistocène supérieur, la mandibule, la canine et la molaire isolée sont tout à fait modernes. Le calcul de la teneur en matière organique (mesure d'ailleurs imprécise et à elle seule insuffisante), parle dans le même sens que l'analyse du fluor.

Coloration des pièces de Piltdown. — La canine présente, sur la plus grande partie de sa surface, un revêtement ferrugineux. Ce revêtement, très mince en certains points, laisse voir en dessous une dentine non altérée, d'un blanc pur, semblable à celle d'une dent moderne.

Si les fragments crâniens sont profondément imprégnés d'oxyde de fer, la mandibule ne montre qu'un revêtement superficiel. Il y a là un nouvel argument contre l'association du crâne et de la mandibule.

Les portions crâniennes trouvées jusqu'au printemps de l'année 1912 renferment du chromate, ce qui s'expliquerait par le fait, rapporté par Smith Woodward, que Dawson « les avait plongées dans une solution de bichromate de potasse, croyant qu'ainsi il les consoliderait ». Par contre, il n'y a plus de chromate dans les fragments crâniens (pariétal droit, fragment d'occipital) recueillis à partir du moment où Smith Woodward participa aux recherches. On pouvait donc penser que la mandibule découverte ultérieurement et en présence même de Smith Woodward n'en contiendrait pas. Or l'analyse chimique révèle le contraire. Il ne paraît pas possible, d'autre part, que cette mandibule ait pu subir un traitement, à l'insu de l'éminent paléontologiste, après son extraction. La conclusion qui s'impose est que la pièce avait été préparée à l'avance, avec l'intention délibérée de faire croire à l'association d'une mandibule de Singe moderne avec des fragments crâniens minéralisés.

Réflexions sur l'affaire de Piltdown. — Quelles peuvent être les répercussions de ces interprétations nouvelles et, semble-t-il, définitives, sur les grands problèmes de la Paléontologie humaine ? Le travail de Weiner, Oakley, Le Gros Clark, que nous venons de résumer, ne paraît pas mettre en doute l'authenticité des fragments crâniens dont on ne peut contester l'analogie avec l'Homme moderne. Mais il leur attribue un âge pléistocène supérieur, ce qui leur enlèverait alors tout intérêt dans les spéculations phylogéniques, puisque, à cette époque, l'*Homo sapiens* existait déjà.

En se fondant sur le crâne de Piltdown, on avait établi, avons-nous dit, une théorie de la genèse de l'Homme moderne : celui-ci dérivait de formes *presapiens* (ou *protosapiens*), apparaissant dès les niveaux anciens du Paléolithique. Une telle conception ne se trouve pas forcément détruite. Mais elle devra être « repensée » dans la mesure où les autres pièces qui l'étayent ont été interprétées par comparaison avec Piltdown.

•
• •

Il n'est pas sans intérêt de rechercher pourquoi des savants d'une indiscutable compétence ont pu se laisser prendre à cette supercherie.

Il y a eu évidemment en premier lieu l'habileté du faussaire, comme l'ont souligné les auteurs du rapport sur la mandibule de Piltdown. Les exemples de faux sont fréquents en préhistoire. Mais comme l'a dit justement Camille Jullian, de tels dangers et de tels mécomptes ajoutent au mérite de ceux qui ont le courage de consacrer leur vie à cette science. Nous avons d'ailleurs maintenant les moyens de déceler la fraude. L'exemple de Piltdown le prouve. Il aurait été impossible à Smith Woodward, à l'époque où il étudia ces pièces, de prati-

1. J. S. Weiner, K. P. Oakley and W. E. Le Gros Clark, The solution of the Piltdown problem. *Bulletin of the British Museum, Geology*, vol. **2**, n° 3, Londres. 1953.

quer les examens et les analyses auxquels on vient de les soumettre.

Les erreurs commises à propos de Piltdown peuvent tenir à d'autres facteurs dont deux paraissent devoir être soulignés car ils touchent aux méthodes et aux principes mêmes de la paléontologie humaine. Ce sont, nous semble-t-il, la méconnaissance ou une application défectueuse des données de l'anatomie comparée et de la paléontologie générale.

Le principe des corrélations, quoi qu'on en dise, et malgré les retouches qu'il a dû subir depuis le temps où Cuvier le formula, ne perd rien de sa valeur. Boule, tout en l'invoquant, croyait presque devoir s'en excuser. A propos de la remarque de Waterston, sur la difficulté aussi grande qu'il y aurait à articuler la mandibule au crâne qu'un pied de Chimpanzé à une jambe humaine, il écrivait : « Cet argument, d'ordre purement anatomique, n'est donc pas sans valeur. Mais il a le tort d'être imprégné d'un vieux parfum cuviérin... » Souvent, les affirmations de quelques paléontologistes contemporains rappellent une forme de pensée remontant sinon aux atomistes, tout au moins au XVIIIe siècle. On croit entendre Buffon évoquant l'idée d'une nature qui tâtonne, qui s'essaye, qui crée « une infinité de combinaisons harmoniques et contraires » et concluant que « tout ce qui peut être, est ». Lisons Marcellin Boule (si nous le citons de nouveau, c'est que nous avons pu apprécier toute son intelligence et sa conscience scientifique) : « Les paléontologistes savent combien la nature est fertile en combinaisons imprévues ». On ne peut certes contester que ce soit un trait de la nature vivante que la production d'une multitude de dispositions pour rien, mais cette exubérance se manifeste à l'intérieur de limites bien définies ; elle demeure toujours dans les bornes que les conditions nécessaires de l'existence prescrivent.

Une autre raison de l'erreur de Piltdown nous paraît tenir à une méconnaissance de la paléontologie générale. Comme preuve de l'association crâne-mandibule, on a invoqué le fait, souvent constaté, que dans une série donnée, les organes n'évoluent pas tous à la même allure. Cette indépendance des caractères est incontestable mais, elle aussi, a ses limites. Un des exemples les plus nets d'évolution différentielle est celui des Amphibiens Anoures. Au Trias inférieur, le crâne ayant achevé son évolution, la colonne vertébrale et les membres sont encore peu spécialisés. Il s'agit toutefois, dans ce cas, d'un rythme évolutif différent suivant les régions du corps : crâne, tronc, membres, qui se transforment pour leur propre compte. Peut-être ne serait-il pas impossible de trouver un phénomène du même ordre au niveau de simples organes, mais, incontestablement, l'indépendance ne jouera pas avec la même ampleur. La notion d'évolution différentielle ne peut être tenue pour un principe déductif.

Enfin, on a accepté aisément la conception de rameaux humains distincts, croyant retrouver une similitude entre l'évolution humaine et l'évolution animale. Le parallélisme des rameaux de Mammifères, par exemple, n'offre plus, à nos yeux, cette sorte de rigueur géométrique que lui accordait un paléontologiste comme Depéret. L'hypothèse de deux lignées humaines absolument indépendantes, sans être impensable, ne nous paraît pas appuyée par les données de la paléontologie générale.

Telles sont quelques-unes des réflexions que provoque l'affaire de Piltdown. Loin de jeter le discrédit sur la science des origines humaines, la solution qu'il a été possible d'apporter à cet irritant problème prouve au contraire que nous disposons maintenant de moyens précis pour nous assurer de l'authenticité d'un fossile, et l'erreur commise consacre la valeur de l'anatomie comparée.

JEAN PIVETEAU,
Professeur à la Sorbonne.

De quelques impuretés de l'atmosphère

Nous sommes des êtres vivants aériens et nous avons besoin d'air pur. L'atmosphère nous le fournit, mais bien souvent chargé de diverses impuretés. En effet, nous nous tenons sur la terre, au plus bas de l'atmosphère et son fond est chargé de nuages, de gouttelettes, de fumées que les météorologistes traitent volontiers de « boues atmosphériques » par comparaison avec les fonds marins où la vase reste aussi en suspension. Il suffit de regarder de loin une grande ville, Paris par exemple, pour la voir surmontée d'une nappe grise, opaque, faite de ses fumées; souvent le soleil brille au haut de la Tour Eiffel alors qu'une brume couvre tout le paysage, et les voyages en avion ont rendu familières à beaucoup les mers de nuages.

On sait depuis longtemps que les brises marines sont chargées des sels de l'eau de mer et les vents d'ouest apportent très loin de petites gouttelettes d'embruns chargées de chlorure de sodium.

Le Puy de Dôme est un haut-lieu isolé, central, tout désigné pour observer les vents qui passent sur notre territoire. Il est tout proche d'une grande ville universitaire, il possède un observatoire, où bien des savants montent et séjournent, et le professeur Garrigue y analyse souvent l'air du sommet à 1 450 m, et celui des pentes, au-dessous, jusque vers 500 m. C'est ainsi qu'il a déjà décelé dès 1951, dans des nuées passant au-dessus de la montagne et dans des neiges qui venaient de tomber, des traces de radioactivité, peut-être venues de quelque atoll lointain du Pacifique où l'on expérimentait des bombes atomiques. Il est revenu sur ce sujet dans une note présentée à l'Académie des Sciences (*C. R.*, t. **236**, 1953, p. 3209) où il donne les résultats de ses observations et analyses de janvier et février 1953. Le 15 février, l'air et la neige présentaient des traces relativement abondantes d'un élément radioactif de période 10 jours (on sait que la période est le temps pendant lequel la moitié de la masse du corps se désintègre). A diverses reprises on reconnut des traces d'un autre corps de période de 20 à 30 h. Presque toujours on récolta des poussières et des suies.

En admettant que du 8 au 15 février il était tombé sur toute la France une moyenne de 20 mm de précipitations atmosphériques (ce qui semble de beaucoup au-dessous du réel), on pourrait calculer qu'il s'était déposé en une semaine sur tout le pays une fraction de milligramme de corps radioactifs « atomiques » et un million de tonnes de poussières et suies. Peut-être celles-ci ne sont-elles si abondantes que dans certaines zones et spécialement par vents venant du continent, mais les particules radioactives ont sans doute une répartition plus homogène puisqu'elles voyagent à de plus hautes altitudes, sans que soit exclue la possibilité de sources plus locales.

La synthèse des acides aminés aux origines de la vie et au laboratoire

L'origine de la vie pose, entre autres, deux problèmes : d'abord celui de la synthèse de composés organiques à partir d'éléments minéraux ; ensuite celui de la formation de complexes organisés, jouissant des privilèges essentiels des êtres vivants, en premier lieu de catalyser la reproduction de complexes semblables.

Les composés organiques qui paraissent à la base même de la vie, puisqu'ils font la trame essentielle des cellules végétales et animales, comme des bactéries et des virus, sont les protéines, elles-mêmes principalement formées par des agrégats d'amides et d'acides aminés (1). Les acides aminés figurent donc au tout premier rang des corps dont la synthèse a dû se produire avant l'apparition de toute vie. Or cette synthèse viendrait d'être réalisée au laboratoire dans des conditions qu'on a cherché à rendre aussi analogues que possible à celles que l'on peut imaginer comme ayant existé à la surface du Globe, à l'époque où la vie y a pris naissance.

Ces conditions primitives, les phénomènes auxquels elles ont donné lieu, la façon dont ont pu apparaître les premières substances organiques, ont fait l'objet de diverses hypothèses. Rappelons, en France, les publications de Dauvillier et Desguin et leur théorie photochimique de l'origine de la vie (1942). Des idées voisines ont été émises en divers autres pays, par Oparin, par Bernal, et l'an dernier, aux États-Unis, par un lauréat du prix Nobel, Harold Urey, de l'Université de Chicago. Ce savant a imaginé que l'atmosphère terrestre avait dû être constituée, à une certaine époque, de méthane, d'ammoniaque, d'hydrogène et de vapeur d'eau ; cette hypothèse n'est pas entièrement arbitraire puisqu'on retrouve les premiers de ces corps dans les atmosphères des grosses planètes telles que Jupiter. L'oxygène devait être absent de l'atmosphère terrestre : il n'y est apparu par la suite que comme résidu de la photosynthèse réalisée par les plantes. Il n'y avait donc pas non plus d'ozone, oxygène triatomique produit actuellement sous l'influence du rayonnement solaire. Les rayons ultraviolets du Soleil, actuellement absorbés pour la plupart par la couche d'ozone, parvenaient donc jusqu'à la surface du Globe. M. Urey supposait donc que, sous l'action des ultra-violets et de décharges électriques atmosphériques, les gaz alors présents purent réagir entre eux pour former des composés plus complexes, par exemples des acides aminés.

Un jeune chercheur de l'Université de Chicago, Stanley L. Miller, a voulu vérifier cette hypothèse et il vient de rendre compte dans *Science* (n° 3046) des résultats de ses premiers travaux.

L'expérience a consisté à introduire dans l'appareil en verre, où l'on avait préalablement fait le vide, un mélange de méthane, d'ammoniac et d'hydrogène au-dessus d'une nappe d'eau bouillante. On fit éclater dans cette atmosphère, pendant une semaine, une série d'étincelles électriques produites par une bobine d'induction. Dès la fin du premier jour, l'eau prit une teinte rose qui fonça progressivement jusqu'au rouge sombre, en même temps qu'un trouble apparaissait, dû à la formation de silice colloïdale aux dépens du verre. L'expérience terminée, on additionna le liquide coloré obtenu de bichlorure de mercure pour le maintenir stérile, puis on entreprit son analyse chromatographique par les réactifs et les techniques qui servent à identifier les acides aminés.

Les taches qui apparurent sur le chromatogramme se trouvèrent aux places caractéristiques de la glycine, de l'α-alanine et de la β-alanine ; d'autres, plus faibles, semblèrent être des séparations d'acide aspartique et d'acide α-amino-*n*-butyrique ; deux autres taches étendues mais peu colorées sont à des places d'aminoacides non identifiés ; d'autres encore doivent exister mais sont peu visibles. Le total des aminoacides décelés serait de l'ordre du milligramme.

Dans la mesure où l'on peut faire confiance à la spécificité des analyses chromatographiques, lorsque ces analyses ne sont pas recoupées par d'autres procédés d'identification, M. Stanley L. Miller aurait donc réussi la synthèse de plusieurs acides aminés à partir d'un mélange de corps dont on peut raisonnablement supposer qu'ils ont coexisté dans l'atmosphère terrestre primitive. Ce serait un grand pas accompli dans l'étude de l'origine des matières caractéristiques des êtres vivants.

Le rendement énergétique de ces synthèses apparaît très faible et on n'en est pas encore à prévoir une fabrication industrielle des protéines ! C'est déjà beaucoup que d'avoir réussi une pareille expérience. Attendons qu'elle soit répétée et que ses résultats soient contrôlés et confirmés.

1. Voir : A. Moyse, La synthèse des protéines. *La Nature*, n° 3224, décembre 1953, p. 357.

La canne à sucre à La Réunion

La production de sucre de canne marque une sensible augmentation depuis quelques années dans l'île de La Réunion : 77 000 t en 1948, 129 000 t en 1951, 157 000 t en 1952. L'ancienne île Bourbon est ainsi en tête de toutes les terres françaises. Il s'en faut cependant que les progrès y soient aussi sensibles que dans sa voisine, l'île Maurice, où la production a doublé le cap des 500 000 t ; ce résultat est dû à la sélection des plants et à la mécanisation de la culture. L'introduction des machines sur une grande échelle paraît difficile à La Réunion, car elle risquerait de réduire au chômage de nombreux salariés agricoles, dans une île déjà très peuplée (100 habitants au km²). En revanche, des méthodes scientifiques de culture doivent permettre d'augmenter les rendements.

Elevage industriel des porcs

Une nouvelle méthode d'élevage industriel des porcs est en essais à la Stoke Mandeville Pig and Poultry Demonstration Farm of the British Oil and Cake Mills. Les porcelets, sevrés deux jours seulement après leur naissance, sont alimentés avec un lait artificiel, émulsion de corps gras, distribué par un appareil automatique. Ils sont maintenus à une température convenable dans une atmosphère chauffée par lampes à infrarouges. Ils échappent ainsi au risque d'être écrasés sous le poids de leur mère. Du fait d'une alimentation étrangère facile à équilibrer, le risque de sous-alimentation des porcelets est éliminé et leur croissance est rapide. D'autre part, on escompte qu'une truie, qui normalement allaite ses petits pendant huit semaines, pourra avoir ainsi trois portées par an au lieu de deux.

LES HYPERFRÉQUENCES

On appelle hyperfréquences les fréquences les plus élevées de la gamme radioélectrique, comprises, pour fixer les idées, entre 1 000 et 30 000 mégacycles par seconde. Si l'on parle longueurs d'onde, l'intervalle correspondant va de la longueur d'onde de 30 cm à celle de 1 cm ; il est relativement étendu si l'on remarque qu'à l'ensemble des couleurs du spectre lumineux correspond une bande de fréquences d'à peine un octave.

Le domaine de fréquences ainsi défini est celui qui a été le plus utilisé par la technique radioélectrique à laquelle depuis 10 ou 15 ans il a ouvert des possibilités nouvelles ; par exemple pour le radar dont le principe et l'objet sont bien connus et pour les « câbles hertziens », liaisons radioélectriques qui, comme les câbles métalliques exclusivement utilisés au début, permettent le transport d'un grand nombre de communications téléphoniques.

Convient-il de donner au domaine de fréquences considéré un nom spécial qui semble l'isoler de celui des fréquences radioélectriques moins élevées, alors qu'en fait le passage de l'un à l'autre se fait nécessairement par des variations progressives et continues ?

La réponse à la question ainsi posée semble devoir être affirmative si l'on remarque que la technique des hyperfréquences donne au matériel utilisé des formes originales qui ne traduisent pas seulement la diminution de la longueur d'onde, mais qui résultent souvent de l'application de principes nouveaux.

Nous allons de ce point de vue montrer ce qu'il en est pour les lignes de transmission qui permettent de transporter l'énergie radioéectrique de haute fréquence et pour les circuits et les tubes électroniques qui entrent dans la constitution des appareils permettant soit de fabriquer, soit d'utiliser cette énergie de haute fréquence.

Lignes de transmission. — Les lignes utilisées pour transporter de l'énergie haute fréquence, tant que la fréquence n'est pas trop élevée, sont principalement des lignes à deux conducteurs : ces conducteurs sont identiques et parallèles entre eux dans la ligne la plus simple (fig. 1 A) ; ils sont concentriques dans le cas de la ligne coaxiale (fig. 1 B).

Dans l'un et l'autre cas on peut étudier la propagation des courants en faisant appel aux notions classiques des cours de physique et en considérant la différence de potentiel existant entre les deux conducteurs et les intensités de courant qui les parcourent.

Les pertes d'énergie électrique auxquelles peuvent être sujets ces dispositifs de transmission sont les pertes par énergie rayonnée (effet d'antenne), les pertes par échauffement produites par le passage de courants dans les conducteurs (effet Joule), les pertes dans les diélectriques solides servant de support aux conducteurs et soumis à un champ électrique variable à haute fréquence.

Les pertes par rayonnement prennent pour la ligne à deux fils une importance trop grande quand la fréquence dépasse par exemple 200 mégacycles par seconde (longueur d'onde : 1,5 m) et rendent alors obligatoire l'utilisation des câbles coaxiaux dont le conducteur extérieur forme un écran électrique.

L'emploi du coaxial doit être à son tour abandonné quand, la fréquence s'élevant encore, les pertes dans les diélectriques deviennent prohibitives.

Disons à ce propos que les efforts faits dans les laboratoires, ces quinze dernières années, ont permis d'obtenir des diélectriques de grande qualité, c'est-à-dire dont les pertes sous l'action de champs électriques de haute fréquence sont faibles. Nous citons le polystyrène, le polythène, découvert en 1938, qui est un polymère solide de l'éthylène préparé sous de très hautes pressions et qui conserve ses qualités pour de très grandes variations de température, et aussi le polytétrafluoroéthylène, le téflon, qui a des propriétés particulières intéressantes mais dont le prix limite l'emploi.

Grâce à l'amélioration des qualités des diélectriques, les câbles coaxiaux ont pu être progressivement utilisés pour des longueurs d'onde de plus en plus petites et actuellement on les emploie jusqu'à la longueur d'onde de 10 cm.

Mais pour transmettre de l'énergie sur des longueurs d'onde encore plus courtes, telles que celles utilisées pour certaines installations de radar ou de câbles hertziens, il faut utiliser des *guides d'ondes*.

Les guides d'ondes sont tout simplement constitués par des tubes métalliques creux à l'intérieur desquels se produit la propagation. L'étude de cette propagation, assez complexe, conduit à renoncer aux notions classiques d'intensité de courant et de différence de potentiel ; elle ne

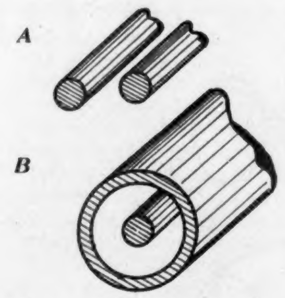


Fig. 1. — *Lignes de transmission.*
En A, ligne simple.
En B, ligne coaxiale.

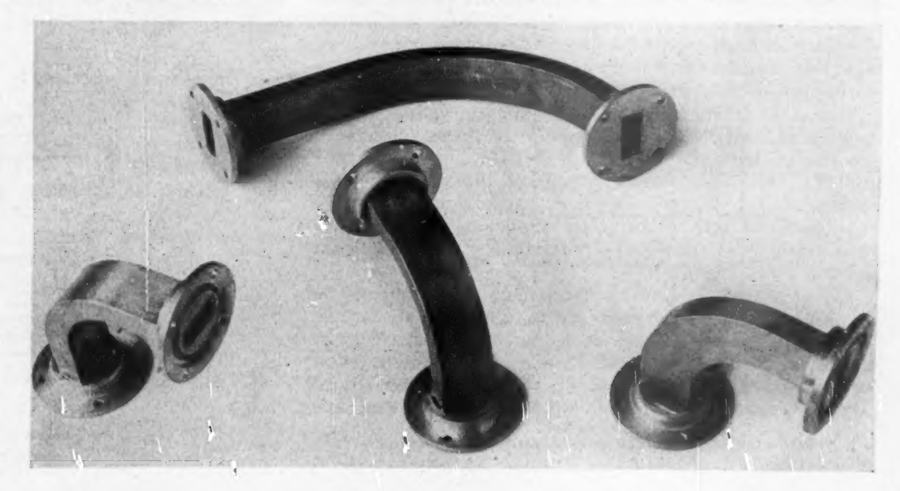


Fig. 2. — *Tronçons de guides d'ondes courbés.*
(*Photo* C.F.T.H.).

peut être faite qu'à l'aide de développements théoriques faisant intervenir les équations de Maxwell qui sont à la base de l'électromagnétisme.

Les guides d'ondes ont des pertes faibles ; il n'y a pas de rayonnement d'énergie vers l'extérieur, l'énergie perdue par effet Joule est relativement faible et surtout la présence de diélectriques solides n'est pas nécessaire. Mais ces guides ne peuvent transmettre que des longueurs d'onde inférieures à une longueur d'onde, dite « de coupure », qui, pratiquement, est de l'ordre de grandeur des dimensions transversales de la section droite du guide. C'est dire que malgré les avantages indiqués, pour ne pas avoir à leur donner des dimensions trop grandes on ne peut utiliser les guides d'onde que pour des longueurs d'onde ne dépassant pas 20 ou 25 cm.

La photographie de la figure 2 donne l'image de tronçons de guide d'onde courbés ; on voit que leur section droite est rectangulaire.

Les circuits. — Les circuits utilisés en radioélectricité sont, pour l'essentiel, constitués par des résonateurs ou par des ensembles rayonnants ou antennes.

Nous avons déjà eu l'occasion, dans un précédent article [1], de dire quelles formes diverses et complètement originales prennent les dispositifs rayonnants utilisés dans le domaine des hyperfréquences : miroirs réflecteurs, cornets, lentilles électromagnétiques à indice supérieur ou inférieur à l'unité, antennes diélectriques, fentes rayonnantes. Nous allons donc nous contenter de parler ici des circuits résonnants.

Les circuits résonnants classiques sont constitués par une self L et par une capacité C (fig. 3). Traversés de A en B par des courants alternatifs sinusoïdaux supposés d'amplitude constante mais de fréquences variables, ils permettent d'obtenir entre A et B une différence de potentiel sinusoïdale dont l'amplitude a pour tracé en fonction de la fréquence la courbe de la figure 4. Une telle courbe est appelée courbe de résonance. Les circuits résonnants ont donc des propriétés sélectives par rapport à la fréquence. La fréquence de résonance F_0 est la fréquence pour laquelle la différence de potentiel entre A et B est la plus élevée ; elle est liée aux valeurs de L et C par la relation simple :

$$4\,\pi^2 LCF_0^2 = 1.$$

Des circuits résonnants placés dans les étages de l'amplificateur haute fréquence des récepteurs de radiodiffusion contribuent au choix que fait le poste, au milieu d'émissions multiples, de celle que l'on désire recevoir et dont la fréquence est précisément la fréquence de résonance commune à ces circuits.

Quand la fréquence d'utilisation F_0 augmente, on ne peut plus conserver au résonateur la forme classique, car comme le montre la formule donnée ci-dessus le produit LC doit diminuer. On ne sait plus, au moment donné, réaliser des selfs et des capacités assez petites, et, d'ailleurs, les selfs et capacités apportées par les seules connexions deviennent prépondérantes. Il faut donc trouver autre chose.

On utilise alors, comme résonateurs, des tronçons de ligne ; par exemple un tronçon de ligne coaxiale fermée par des parois métalliques de section droite séparées par une distance égale à la demi-longueur de l'onde que l'on veut favoriser. Un régime de vibration électrique stationnaire, comparable à celui obtenu en mécanique avec une corde vibrante, peut alors s'établir, particulièrement intense sur la longueur d'onde choisie.

Des résonateurs constitués par des résonateurs à lignes peuvent être utilisés dans la gamme des ondes métriques. Pour les longueurs d'onde plus grandes leurs dimensions seraient prohibitives. Pour des longueurs d'onde plus petites (décimétriques ou centimétriques) ils perdent leur qualité à mesure que la longueur d'onde diminue et que les pertes dans les conducteurs ou dans les diélectriques augmentent en valeur relative.

On utilise alors, avant d'arriver aux ondes centimétriques, des résonateurs de volume qui sont simplement des boîtes métalliques de formes diverses à l'intérieur desquelles on peut emprisonner des vibrations électromagnétiques ; les longueurs d'onde de résonance correspondantes sont de l'ordre de grandeur des dimensions géométriques des systèmes réalisés.

Dans la partie supérieure du klystron reflex représenté par la figure 9 on voit un volume résonnant.

On comprendra le fonctionnement des volumes résonnants en considérant la transformation suivante : un circuit classique (fig. 5 A) est constitué par un condensateur CC′ et par une self L réduite à une spire. En faisant tourner la figure autour de l'axe XY on obtient un volume en forme de tore, fermé sur lui-même, et qui, coupé par un plan diamétral, est représenté par la figure 5 B.

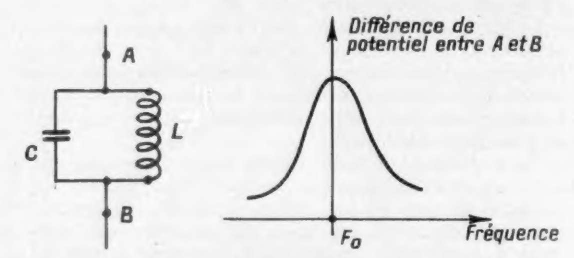


Fig. 3 et 4. — *Circuit résonnant classique* (*à gauche*) ***et courbe de résonance d'un tel circuit*** (*à droite*).
Explications dans le texte.

Si, dans le système initial, le condensateur CC′ se décharge et se charge alternativement par l'intermédiaire de courants qui passent dans la self L, dans le volume résonnant obtenu le condensateur CC′ se charge ou se décharge par l'intermédiaire de courants qui parcourent

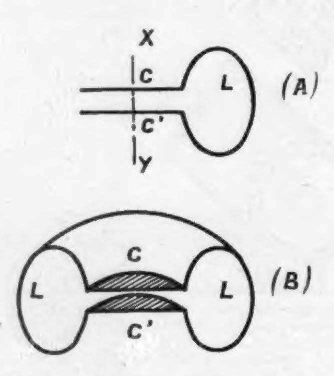


Fig. 5. — *Schéma d'un volume résonnant.*
CC′, condensateur ; L, self.

1. R. Rigal, Les antennes radioélectriques, *La Nature*, n° 3204, avril 1952, p. 101.

la surface intérieure du tore. L'espace intérieur du tore est le siège de vibrations électromagnétiques.

Dans un volume résonnant il n'y a pas de diélectriques solides, donc pas de pertes correspondantes ; il n'y a pas de pertes par rayonnement et les pertes dans les conducteurs sont relativement faibles.

Tubes électroniques. — Le schéma des tubes électroniques classiques est bien connu. La lampe triode (fig. 6) est un tube particulièrement simple comportant trois électrodes : une cathode K chauffée émet des électrons qui sont attirés par la plaque P portée à un potentiel positif ; sur leur trajet, les électrons traversent une grille G qui influe sur la densité de leur faisceau.

Une différence de potentiel sinusoïdale appliquée entre *a* et *b* sur la grille provoque l'apparition d'une différence de potentiel sinusoïdale de même fréquence, mais amplifiée, aux bornes A et B du résonateur self-capacité placé dans le circuit plaque. Le tube considéré est un tube amplificateur ; en fait, l'énergie fournie à la grille étant négligeable, le tube est essentiellement un transformateur qui emprunte de l'énergie à la source d'alimentation continue du circuit plaque et la restitue, aux pertes près, sous forme d'énergie alternative disponible dans le résonateur.

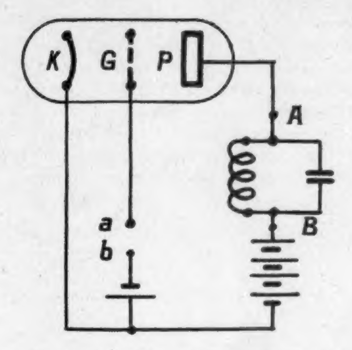


Fig. 6. — ***Schéma d'une lampe triode.***
Explications dans le texte.

Mais pour que le tube amplificateur considéré fonctionne correctement, il faut que le temps de trajet des électrons, entre cathode et plaque, à l'intérieur du tube, soit négligeable par rapport à la période T des oscillations considérées.

La période est, on le sait, l'inverse de la fréquence ; quand la fréquence augmente, la période diminue ; à un moment donné la condition du paragraphe précédent cesse d'être remplie et l'énergie alternative fournie au résonateur diminue.

Pour permettre aux tubes classiques de remplir leur fonction pour des longueurs d'onde aussi petites que possible, on diminue le temps de trajet des électrons en diminuant leurs dimensions géométriques.

Les *lampes gland* sont ainsi de petites lampes utilisables jusqu'à la longueur d'onde de 20 cm, mais la puissance utile, qui diminue avec les dimensions du système, est alors de l'ordre du watt.

Pour les longueurs d'onde inférieures à 20 cm, la technique doit prendre des formes différentes.

Dans les *lampes phares* qui tirent leur nom de leur forme (fig. 7), les électrodes planes sont amenées dans des plans séparés par des distances très faibes, de l'ordre de 0,1 mm. Ces lampes sont, par fabrication, de révolution autour d'un axe et sont faites pour s'adapter à des résonateurs formés par des tronçons de lignes coaxiales ayant le même axe qu'elles.



Fig. 7. — ***Une lampe phare.***

De telles lampes permettent d'aller jusqu'à la longueur d'onde de 10 cm. Mais pour descendre plus bas il faut faire appel à d'autres principes de fonctionnement et réaliser des tubes dans lesquels on utilise systématiquement le temps de trajet des électrons qui jusqu'ici était perturbateur.

Dans le *klystron* (fig. 8) les électrons, émis par une cathode K et dosés par une grille G, sont mis en mouvement uniforme dans le cylindre S_1S_2 par le potentiel élevé (5 000 V par exemple) auquel est portée toute la partie droite du système (trait renforcé) qui, remarquons-le, est pour l'essentiel, de révolution autour de l'axe XY.

La vitesse des électrons est augmentée ou diminuée suivant le moment où ils traversent les grilles g_1 faisant partie de la cavité résonnante C_1, elle-même mise en mouvement électrique par la vibration à amplifier arrivant par la ligne coaxiale L_1. Le potentiel continu appliqué et la longueur du cylindre S_1S_2 appelée « espace de glissement » sont tels que ces électrons, émis par la

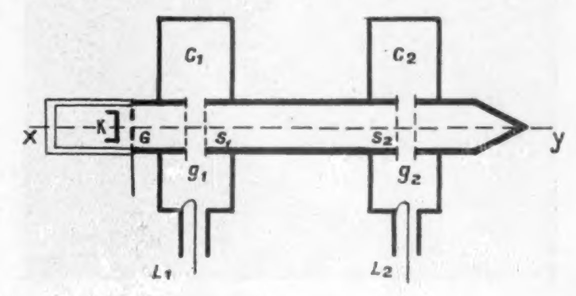


Fig. 8. — ***Schéma d'un klystron.***
Explications dans le texte.

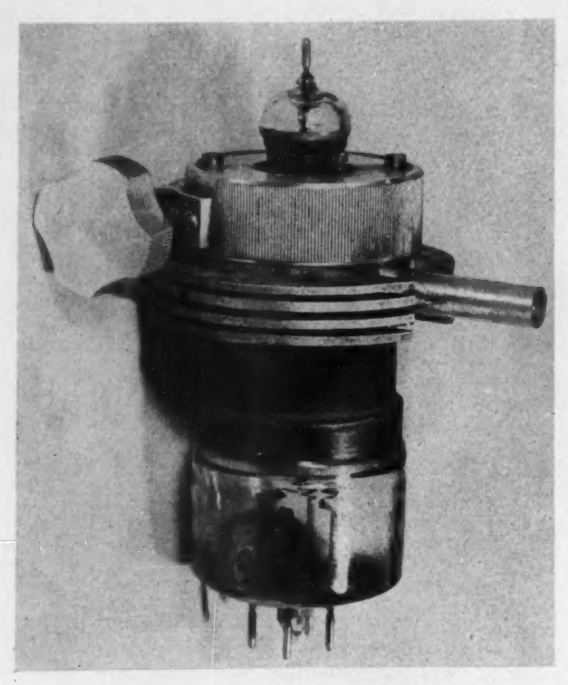


Fig. 9. — ***Un klystron reflex.***
On voit le volume résonnant dans la partie supérieure.
(*Photo* C.S.F.)

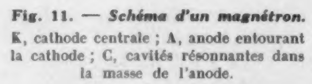
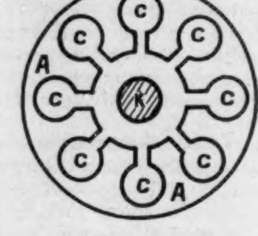


Fig. 11. — ***Schéma d'un magnétron.***
K, cathode centrale ; A, anode entourant la cathode ; C, cavités résonnantes dans la masse de l'anode.



cathode sous forme d'un flux uniforme arrivent en paquets sur les grilles g_2. Ils provoquent ainsi dans le volume résonnant C_2 des oscillations électriques beaucoup plus intenses que celles utilisées en C_1 pour provoquer le groupement électronique ; on a un effet d'amplification. Une puissance utile d'une centaine de watts peut être obtenue pour une longueur d'onde d'une dizaine de centimètres. Ici encore les électrons transforment de l'énergie continue en énergie alternative.

Dans le *klystron reflex,* qui donne des puissances inférieures à 1 watt mais qui est d'un emploi commode au laboratoire et dans les récepteurs de radar, les deux volumes résonnants du klystron ordinaire sont confondus en un seul. La figure 9 donne l'image d'un klystron reflex.

Dans le *magnétron* (fig. 11), tube d'émission qui équipe tous les émetteurs de radar fonctionnant sur les longueurs d'onde de 10 et de 3 cm, les électrons émis par la cathode



Fig. 10. — ***Un magnétron.***
(*Photo* S.F.R.).

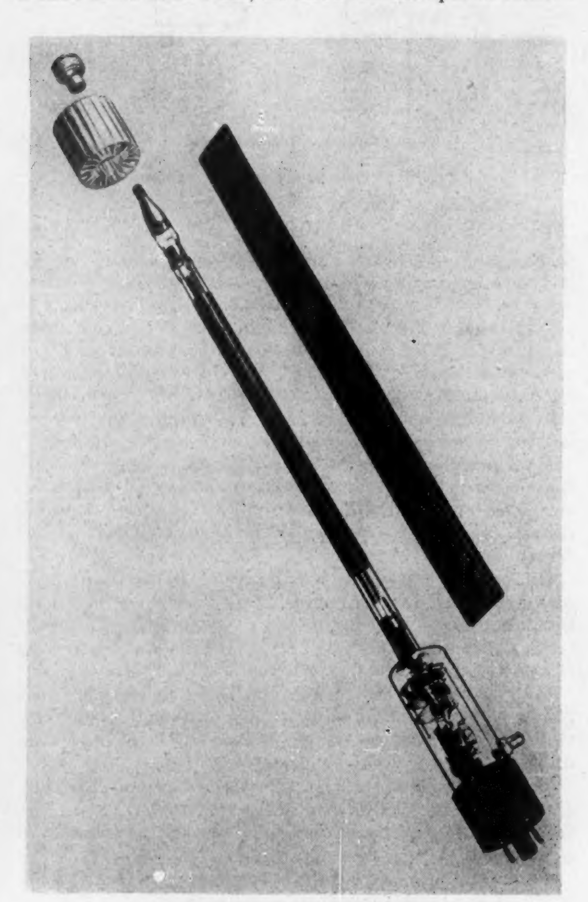


Fig. 12. — ***Un tube à ondes progressives.***
(*Photo* L.M.T.).

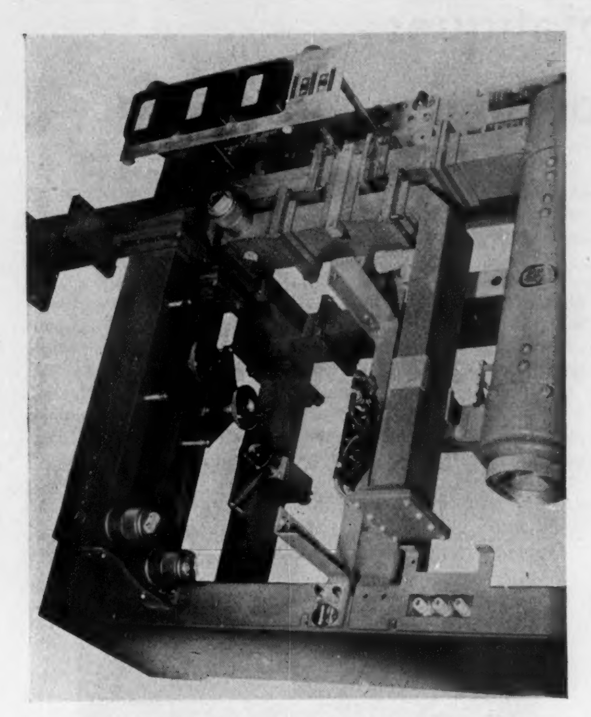


Fig. 13. — *Partie d'un bâti d'une station relais de liaison hertzienne.* On voit, à droite, l'extérieur d'un tube à ondes progressives et, au centre, des connexions réalisées à l'aide de guides d'ondes.

(*Photo* C.S.F.).

centrale K qui ont tendance à se diriger vers l'anode A, portée par exemple à un potentiel continu de 20 000 volts, ont leurs trajectoires courbées par un champ magnétique perpendiculaire au plan de leur trajectoire, c'est-à-dire au plan de la figure. Ils entretiennent les oscillations qui prennent naissance dans les cavités résonnantes cylindriques C percées dans la masse de l'anode. La figure 10 donne l'image extérieure d'un magnétron.

Dans le *tube à ondes progressives* (fig. 12) les électrons produits par une cathode et entraînés par un potentiel continu cheminent dans un tube de verre à la même vitesse qu'une onde électromagnétique guidée par un enroulement en spiral partiellement visible sur la figure. Un effet d'amplification de cette onde est ainsi obtenu.

La figure 13 représente une partie d'un bâti utilisé dans une station relais de la liaison hertzienne Paris-Lille qui a transmis, en particulier, les images de télévision prises à Londres à l'occasion du couronnement de la reine d'Angleterre. On y remarquera à droite l'extérieur d'un tube à ondes progressives et au centre des connexions faites à l'aide de guides d'ondes.

L'exposé sommaire qui vient d'être fait, s'ajoutant à celui fait à propos des antennes, suffit à prouver que non seulement des formes nouvelles de la technique mais aussi des principes nouveaux interviennent dans la gamme des hyperfréquences.

Les photographies présentées mettent en évidence quelques aspects du matériel correspondant et montrent combien celui-ci diffère du matériel utilisé pour les longueurs d'onde plus longues, seules utilisées jusqu'aux quinze dernières années. On notera en particulier que dans le matériel « hyperfréquence » la séparation faite jusque-là entre les tubes et les circuits est moins nette. Souvent, comme par exemple dans le klystron ou le magnétron, ces éléments sont, en réalisation, intimement mélangés ; il n'en reste pas moins qu'en principe, la fonction des électrons est toujours de transformer de l'énergie continue en énergie alternative et que celle des circuits est de transporter ou de localiser cette énergie alternative en vue de son utilisation.

Nous devons indiquer pour terminer que le maniement des hyperfréquences est chose délicate, moins intuitive que celui des fréquences plus basses, et qu'il suppose des connaissances théoriques de niveau élevé qui sont du domaine de l'ingénieur.

R. Rigal.

L'énergie atomique et l'industrie privée américaine

Au cours de récentes discussions, les représentants du gouvernement de Washington et ceux de la grande industrie privée américaine se sont trouvés d'accord sur la nécessité d'un important programme civil de développement de l'énergie atomique ; il s'agit d'ailleurs moins pour les États-Unis d'un besoin de nouvelles sources d'énergie que de la préoccupation de maintenir leur avance dans la technique nucléaire. On pose en principe que l'Atomic Energy Commission doit continuer à jouer un rôle essentiel mais que l'industrie privée doit être introduite en un point quelconque du circuit. On pense que dans les cinq années à venir, l'A. E. C. mettra au point des prototypes de réacteurs avec un commencement de coopération privée ; les programmes militaires ont parfois négligé, dit-on, l'importance des prix et il est temps d'introduire la notion de coût dans les prochains développements.

Une révision prochaine de l'Atomic Energy Act, à l'effet de permettre la participation privée, est donc probable. Mais jusqu'ici aucune compagnie n'a offert d'investir ses propres capitaux dans l'entreprise. L'un des problèmes les plus délicats est celui des brevets, que l'industrie considère généralement comme une garantie nécessaire.

La radiographie gamma des soudures

Nous avons signalé (*La Nature*, n° 3221, septembre 1953, p. 266) l'emploi des isotopes radioactifs pour le contrôle des soudures par radiographie. Les rayons γ des corps radioactifs, plus pénétrants que les rayons X, traversent des épaisseurs de métal plus grandes, et l'appareillage est plus simple.

Pour le contrôle des soudures d'une conduite tubulaire, les radiographies ne peuvent être prises qu'une à une. Mais dans d'autres cas, une méthode plus expéditive peut être employée. Ainsi le *Petroleum Refiner* (vol. **32**, n° 8) décrit la façon dont il fut procédé à Sarnia (Canada) pour radiographier les 610 m de soudure d'un bac sphérique de 15 m de diamètre de la Polymer Corporation. 1 500 films représentant 610 m de pellicule, marqués avec un numéro d'identification au plomb, furent d'abord fixés sur les soudures à l'extérieur de la sphère, travail auquel dix hommes travaillèrent pendant deux jours. Ensuite une source radioactive d'iridium 192 (rayons γ d'une énergie maximum de 0,615 MeV, période 70 jours), d'une intensité de 100 curies, fut disposée au centre de la sphère. Une seule exposition, d'une durée de 16 h, permit la radiographie de toutes les soudures.

Cette technique réclame naturellement des sources radioactives intenses et des précautions spéciales contre le danger des radiations ; elle est pratiquée par des équipes spécialisées et l'économie qu'elle procure fait prévoir qu'elle s'étendra rapidement.

Les antibiotiques dans l'alimentation animale

Spécialiste de l'hygiène alimentaire, M. Paul Fournier nous a récemment exposé (La Nature, *n° 3217, mai 1953, p. 138) les raisons qui font déconseiller l'emploi des antiseptiques dans l'alimentation humaine, emploi proscrit par la loi française. Les doses qui rendraient ces corps inoffensifs ne laisseraient pas subsister leur efficacité. D'autres substances microbicides, les antibiotiques, dont la vogue est immense, se révèlent au contraire favorables au développement quand on les introduit dans la ration des animaux. Doit-on en conclure que leur mode d'action est tout différent ?*

Un antibiotique est un composé d'origine biologique, doué de propriétés antibactériennes. D'autres catégories de substances, par exemple les antiseptiques, les sulfamides, partagent avec ce groupe nouveau le privilège de s'opposer à la prolifération des micro-organismes. La distinction entre ces différents corps ne repose ni sur leur action, ni sur leur mode d'action, mais sur leur origine. Les uns sont élaborés par des organismes vivants, les autres proviennent de l'industrie chimique.

L'étude des antibiotiques a conduit à leur isolement, à leur obtention dans un grand état de pureté (fig. 1, 2 et 3), enfin à leur parfaite identification, parfois à leur synthèse [1]. Mais actuellement, c'est encore la culture de diverses espèces de champignons qui est la source principale d'antibiotiques. Ainsi les pénicillines sont extraites des milieux liquides dans lesquels divers Ascomycètes Périsporiacées appartenant au genre *Penicillium* se sont développés. Mais la pénicilline de synthèse a souvent pris le pas sur la préparation biologique. La streptomycine, l'auréomycine, la terramycine s'obtiennent à partir des cultures de diverses espèces telluriennes d'Actinomycètes. Notons que divers antibiotiques ont été isolés des cultures bactériennes, en particulier la bacitracine, issue du vulgaire *Bacillus subtilis.*

Dans un article récent, nous avons exposé les raisons que l'on peut opposer à l'emploi des antiseptiques dans l'alimentation. Les antiseptiques dérèglent certains des mécanismes délicats par lesquels les micro-organismes édifient, transforment, reproduisent leur matière propre. Les mécanismes biologiques dont se sert la cellule animale pour demeurer, croître ou se multiplier ne diffèrent pas sensiblement de ceux que la bactérie met en œuvre. Il ne peut donc y avoir que des inconvénients à introduire des antiseptiques dans l'organisme animal par l'entremise des aliments.

Quant aux antibiotiques, la recherche de leur mode d'action a fait l'objet de très nombreux travaux, ceux par exemple du professeur Mâchebœuf, récemment disparu ; la pénicilline perturbe dans les microbes la synthèse des acides nucléiques, constituants essentiels de la matière vivante. Ce type d'intervention est donc bien à rapprocher de ceux qui rendent compte de l'activité des antiseptiques. Il n'en est que plus étonnant qu'on puisse introduire systématiquement des antibiotiques dans la ration des animaux, afin d'en favoriser la croissance. C'est un fait d'expérience, mais les explications qu'on en propose sont encore hypothétiques.

1. Voir : Jacques Tréfouël et Mme Th. J. Tréfouël, Le chimiste et la bactérie. *La Nature*, n° 3212, décembre 1952, p. 360.

Protides, vitamine B_{12} et antibiotiques. — Les aliments renferment des matières organiques et minérales. Les matières organiques sont, dans leur masse principale, constituées par des corps dont l'utilisation par l'organisme libère de l'énergie sous forme de chaleur. Ces principes énergétiques ou calorifiques sont classés, d'après leur structure chimique, en protides, lipides et glucides. Les protides nous intéressent ici particulièrement ; on sait qu'ils sont formés par l'assemblage d'un grand nombre d'unités biochimiques que l'on désigne sous le nom d'acides aminés. On connaît actuellement deux douzaines environ d'acides aminés différents.

Depuis longtemps les physiologistes ont montré que les protides d'origine animale possèdent pour l'animal, et surtout pour l'animal en croissance, une valeur alimentaire supérieure à celle des protides végétaux ; on ne peut s'étonner que leur teneur en acides aminés essentiels soit mieux appropriée aux besoins de l'organisme animal (une telle conception offrait quelque base scientifique aux pratiques de l'anthropophagie !). Diverses observations laissaient entrevoir aussi que les protides d'origine animale véhiculaient d'hypothétiques facteurs de croissance. Dès 1948, l'isolement de la vitamine B_{12} permettait d'étayer ces vues nouvelles [1]. Ajoutée à un régime dont les végétaux étaient la seule source de protides, la vitamine B_{12} accroissait notablement la valeur biologique de ces protides. Découverte importante si l'on songe que les rations des animaux d'élevage sont presque toujours exclusivement végétales.

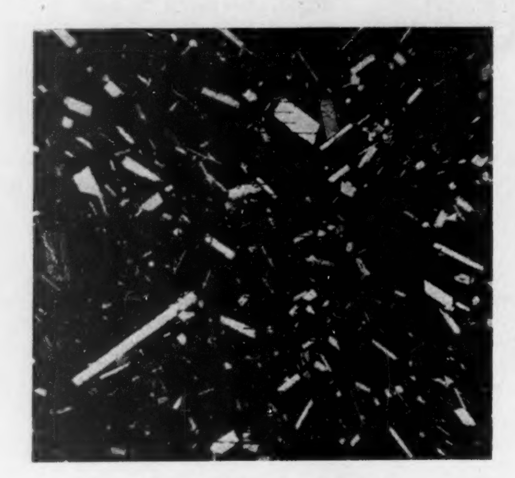


Fig. 1. — *Pénicillinate de quinine.*
Micro-photo en lumière polarisée.
(*Photo* UCLAF).

Face à ces résultats remarquables, les chercheurs, pour

1. Sur la vitamine B_{12}, voir : *La Nature*, n° 3204, avril 1952, p. 116.

la plupart anglo-saxons, s'efforcèrent aussitôt d'accroître la production de vitamine B_{12}. Le foie, matière première qui avait conduit à l'identification de ce facteur, ne pouvait suffire aux nouveaux besoins. On découvrit alors que les résidus de la fabrication des antibiotiques, en particulier les sous-produits de cultures d'*Actinomyces aureofaciens* ayant servi à la préparation de l'auréomycine, renfermaient de la vitamine B_{12} à une concentration assez élevée pour justifier leur emploi, tels quels, dans l'alimentation animale. Cependant, en 1950, l'Américain Jukes et ses collaborateurs constataient que les résidus de fabrication d'antibiotiques se révèlent plus efficaces pour la croissance du poulet que leur teneur en vitamine B_{12} ne le laissait supposer. Ils montraient en outre que c'est à la présence de l'antibiotique lui-même, l'auréomycine, qu'est dû ce surcroît d'activité.

Antibiotiques et croissance : les faits expérimentaux. — De très nombreux travaux ont confirmé l'effet bénéfique des antibiotiques. Il n'est pas toujours aisé de comparer les résultats, du fait de variations considérables dans la composition du régime de base auquel les antibiotiques sont ajoutés, à doses différentes souvent, du



Fig. 2. — *Pénicillinate de novocaïne.*
Grossissement : 20 μ pour une division du micromètre.
(*Photo* UCLAF).

fait aussi de la diversité des formules d'antibiotiques utilisés seuls ou en mélange, additionnés ou non de vitamine B_{12}.

Pour le Porc, espèce à croissance rapide, la dose efficace d'antibiotique est de l'ordre de 10 mg par kg d'aliment, sauf pour la streptomycine dont l'effet n'est appréciable qu'à des taux plus élevés. L'activité de l'auréomycine et de la terramycine, corps probablement apparentés, n'est pas améliorée par l'adjonction d'autres antibiotiques. Par contre, la pénicilline et la streptomycine agissent mieux en mélange. L'effet de certains autres antibiotiques est controversé ; quelques-uns semblent inefficaces, la chloromycétine par exemple.

Malgré l'addition d'antibiotique à leur ration, les porcelets qui reçoivent un régime à protides mixtes, animaux et végétaux, croissent mieux que ceux dont l'alimentation est exclusivement végétale. Ce qui signifie qu'en général (il existe quelques résultats inverses) la présence de l'antibiotique ne réussit pas à combler complètement l'infériorité initiale du régime végétal. Mais si, par rapport au poids atteint dans le même temps par des animaux ne recevant pas d'antibiotiques, on examine le gain que leur addition au régime végétal ou mixte permet de réaliser, on constate que c'est au régime végétal qu'ils sont le plus favorables.

Dans l'ensemble, les antibiotiques, judicieusement employés, améliorent la croissance du Porc dans une proportion de 10 à 15 pour 100 et ils agissent d'autant mieux qu'il reste à l'animal davantage de croissance à accomplir. Les modalités d'un tel épanouissement, dont il est inutile de souligner l'importance économique, ont été minutieusement recherchées sans qu'il soit possible de se faire, actuellement, une opinion certaine. Pour les uns, ce surcroît de développement n'est que la conséquence d'une absorption plus abondante de nourriture ; mais d'autres constatent aussi un meilleur rendement dans l'utilisation par l'animal des constituants de sa ration.

On s'est aussi préoccupé de savoir si cette sorte de forçage ne diminue pas la qualité de la viande, standardisée dans les pays anglo-saxons. On considère généralement qu'il n'en est rien.

C'est peut-être sur le point de l'alimentation artificielle du porcelet isolé précocement de sa mère que les résultats obtenus au moyen des antibiotiques sont les plus probants. Une telle entreprise, jusqu'ici pleine d'aléas, semble désormais beaucoup plus aisée.

L'élevage des volailles peut aussi bénéficier de l'usage des antibiotiques. Chez le Poulet, le Canard et autres volatiles, des gains souvent de l'ordre de 25 pour 100 du poids habituel ont été constatés (Tableau I). La plupart des spécialistes admettent que le gain de poids correspond en partie à une meilleure utilisation de la ration.

Tableau I

Action de divers antibiotiques sur la croissance du poulet

(d'après Davis et Briggs, *Poultry Science*, 1951, **30**, 767).

N° de groupe (10 poulets par groupe)	Supplement par kg du régime de base	Poids de nourriture consommé par chaque groupe en 6 semaines	Poids moyen d'un poulet de 6 semaines
		en g	en g
1	Aucun (régime de base seul)	12 185	493
2	25 mg d'auréomycine. .	12 185	565
3	25 mg de streptomycine.	11 920	517
4	25 mg de pénicilline . .	12 720	566
5	25 mg de bacitracine .	12 755	564

Presque tous les antibiotiques expérimentés sur les oiseaux de basse-cour se sont révélés efficaces. Leurs doses d'emploi sont bien inférieures à celles en usage chez les Mammifères ; le Poulet répond à la plupart des antibiotiques utilisés à raison du milligramme par kg de ration, soit à la dilution d'un millionième. Malgré le développement accéléré de l'animal, ni l'âge de la ponte, ni le caractère de celle-ci (taille, nombre et qualité des œufs) ne paraissent influencés. Les éclosions de ces

œufs sont normales, de même que le développement des poussins. Les fonctions de reproduction ne sont donc pas touchées, non plus d'ailleurs que chez les Mammifères.

Croissance et action antimicrobienne. — Il reste à examiner les causes d'une action si remarquable. On doit se demander si l'action des antibiotiques est directe (ils devraient alors être considérés comme de véritables facteurs de croissance, analogues aux vitamines), ou si leur activité, indirecte, n'est qu'une manifestation de leurs propriétés bactériostatiques.

En faveur d'une intervention directe dans le fonctionnement de la cellule animale, les arguments théoriques ne manqueraient pas, mais les preuves font totalement défaut. Rappelons que la découverte de l'action des antibiotiques sur la croissance est liée à celle d'une vitamine, facteur de croissance par définition. Or, on sait que des vitamines employées à doses inhabituelles, ou encore des substances qui en sont chimiquement proches, les antivitamines, s'opposent exactement à l'action des vitamines. Les mécanismes qui rendent compte de ces faits sont connus. Le raisonnement inverse conduirait à considérer

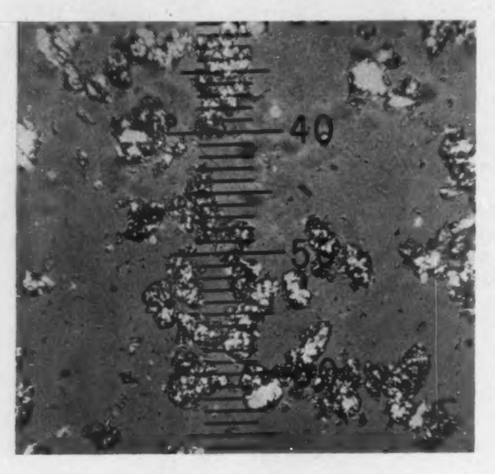


Fig. 3. — ***Sulfate de dihydro-streptomycine.***
Micro-photo en lumière polarisée ; 20 µ pour une division du micromètre.
(*Photo* UCLAF).

les antibiotiques comme nocifs à leur niveau d'emploi habituel (on sait que leur prescription en thérapeutique humaine exige une surveillance), et comme bienfaisants à petites doses. Bien que des observations anciennes relatives à l'action des antiseptiques s'accordent avec ces vues nouvelles, rien de solide ne permet actuellement d'appuyer cette proposition.

La discussion n'est certes pas close, mais il semble beaucoup plus plausible que les antibiotiques favorisent la croissance en vertu de leur action antimicrobienne. Cette action indirecte peut revêtir des formes diverses. Le tube digestif héberge une population microbienne innombrable (un homme rejette journellement un nombre de bactéries de l'ordre du milliard) et variée. L'introduction d'antibiotiques *per os* modifie profondément, en quantité et en qualité le caractère de cette population. Il n'y a rien à cela d'inattendu et les preuves abondent.

L'existence d'une flore intestinale multiple a, du point de vue de la nutrition, des répercussions importantes. Le rôle des Protozoaires dans la nutrition des ruminants est une notion classique. Chez les autres animaux, en dépit d'un nombre élevé de recherches, les observations sont contradictoires. C'est la vieille question de savoir l'effet exact, nocif, indifférent ou utile des bactéries intestinales, question complexe qui n'a pas reçu de réponse définitive, bien que l'élevage aseptique de diverses espèces animales ait été réussi.

L'action des antibiotiques sur les microorganismes du tube digestif peut se répercuter sur la condition nutritionnelle et sur l'état sanitaire de l'animal.

Il semble que ce soit dans le domaine des vitamines que l'usage d'antibiotiques puisse changer notablement les conditions de nutrition. Les bactéries ont, sous le rapport de leurs besoins en vitamines et de leur faculté de les synthétiser, des caractères qui diffèrent beaucoup selon l'espèce de bactérie et selon la nature de la vitamine considérées. Au total, on conçoit que la flore microbienne intestinale, selon sa composition, puisse être productrice ou consommatrice de vitamines. Dans un cas l'animal aura à sa disposition plus de vitamines que le régime alimentaire n'en contient, dans le cas contraire il y aura compétition entre l'organisme animal et la bactérie.

Certains spécialistes pensent que c'est en inversant les performances vitaminiques de la flore microbienne (de consommatrice elle deviendrait productrice) que l'antibiotique, responsable en définitive de ce que l'animal dispose d'une plus grande quantité de facteurs de croissance, favoriserait le développement animal.

Mais ce sont certainement les tenants de l'action de l'antibiotique sur l'état sanitaire de l'animal qui fournissent actuellement les meilleurs arguments. Cette thèse, qui rallie le plus de partisans, repose sur une expérience fondamentale. Des poulets placés dans un élevage éprouvé de volailles répondent à l'addition, dans leur ration, d'antibiotiques divers par un gain de poids très appréciable. Des animaux semblables, élevés dans un local neuf, au moyen de la même ration, sont insensibles à l'action des antibiotiques et présentent, d'eux-mêmes si l'on peut dire, le développement maximum.

Cette expérience, maintes fois renouvelée, a conduit à imaginer que les élevages traditionnels, où les règles d'hygiène sont assez lâches, sont frappés d'une maladie endémique qui limite le potentiel de croissance des volailles. L'antibiotique favorise le développement de l'animal en luttant contre l'agent pathogène. Si cette théorie trouve des appuis dans le domaine de l'élevage des Mammifères, on conçoit aisément que le Porc, dont l'hygiène alimentaire est naturellement déplorable, puisse bénéficier au mieux de l'emploi des antibiotiques.

Mais une explication si logique de l'intervention de ces corps est assez inquiétante. Il est connu qu'à la longue les espèces microbiennes s'accoutument à la présence de l'antibiotique. Sur beaucoup de souches, dans nombre de maladies humaines, la pénicilline n'agit plus. C'est le phénomène bien connu de la pénicillo-résistance. Et déjà, on a signalé de ci, de là, que l'usage de certains antibiotiques ne donne plus, en élevage, les résultats spectaculaires du début. Les antibiotiques coûtent cher. En plus de raisons théoriques sérieuses fondées surtout sur l'ignorance où nous sommes du mécanisme certain de l'action de ces composés, ces quelques données expliquent pourquoi, en dépit d'indéniables succès, l'usage des antibiotiques dans l'alimentation animale a rencontré, en particulier en France, des détracteurs convaincus.

Paul Fournier,
Maître de conférences
à l'École pratique des Hautes Études.

LE NIVEAU MOYEN DE LA MER

Qu'on veuille mesurer la hauteur des montagnes ou la profondeur des mers, il faut bien se référer à un niveau d'origine et l'on pense aussitôt à celui qui sépare les terres des eaux, au niveau de la surface des mers. Il est facile à observer, à enregistrer partout, puisque les océans couvrent près des trois quarts de la surface du globe, communiquent largement entre eux et que l'eau nous paraît si fluide. Et cependant, nos lecteurs ont pu voir récemment, à propos du nilomètre de Rodah (*La Nature*, n° 3 224, décembre 1953, p. 370) combien il est difficile, pour toutes sortes de raisons, de comparer des mesures faites pendant plusieurs siècles.

Théoriquement, le plan d'eau devrait être une surface horizontale, tout au plus une surface sphérique quand on considère une très grande étendue du globe, ou plus précisément un ellipsoïde de révolution moulé sur le géoïde terrestre. Il en serait peut-être ainsi sur un globe homogène fait au tour, mais dans le monde réel, les grandes masses terrestres, les hautes montagnes attirent l'eau et relèvent le niveau à leur voisinage ; la croûte terrestre et ce qui est en dessous — encore bien mal connus — révèlent des anomalies de la pesanteur. Le zéro des cartes n'est donc pas un niveau géométrique, une cote universelle de référence.

En outre, il suffit d'installer au rivage un appareil de mesure ou d'enregistrement pour constater que le niveau de l'eau n'est pas stable : le flotteur qu'on a posé sur l'eau, dans un puits qui le protège du vent, du clapotis, des vagues, ne cesse d'osciller irrégulièrement, selon les variations de la pression barométrique, les pluies, la marée. Si l'on amortit ces perturbations rapides par une astuce de construction ou par le calcul, d'autres plus lentes apparaissent, saisonnières, liées aux divers facteurs météorologiques. La comparaison des observations en divers lieux géographiques fait encore découvrir des caractéristiques locales ou régionales plus complexes.

Enfin, les séries de mesures prolongées très longtemps et correctement faites (il en est fort peu utilisables), laissent apparaître d'autres variations très lentes qui font penser à des instabilités de tous les facteurs en présence : le volume des masses continentales, celui des eaux douces et des glaces, celui des eaux marines. Il en est de visibles, telles ces éruptions volcaniques sous-marines qui se révèlent par l'apparition brusque de hauts-fonds ou même la surrection de cratères, d'îles plus ou moins temporaires, ou encore les déplacements de certains rivages qui mettent lentement à sec d'anciens ports (Aigues-Mortes, Brouage, l'Écluse par exemple) ou au contraire ennoient des surfaces boisées ou même des constructions humaines. On en voit des traces sur de nombreuses côtes sous forme de terrasses récentes plus ou moins surélevées et les sondages en révèlent d'autres immergées.

Depuis longtemps, les géologues doivent expliquer la présence de fossiles d'animaux marins dans les roches terrestres, même des hautes montagnes, et ils n'ont eu d'autre ressource que de plisser la croûte terrestre par des mouvements orogéniques qui soulèvent le fond des mers et immergent des terres déjà exondées. Les uns ont imaginé que le globe s'était contracté en se refroidissant. D'autres ont songé à un magma profond, plus ou moins déformable et compressible, capable de mouvements eustatiques ; dans ce magma la croûte superficielle s'enfonce quand elle se surcharge et se relève quand elle est allégée La sédimentation l'écrase ; l'érosion la fait remonter. C'est le principe de l'*isostasie*.

Les terrains anciens ont une trop longue histoire pour qu'on puisse souvent y reconnaître les actions successives. On s'est donc plus intéressé au tout proche quaternaire dont on sait qu'il vit une série de glaciations étendues. Chaque période glaciaire provoqua une surcharge des terres par les glaces, et consécutivement un abaissement du niveau des mers ; chaque période intraglaciaire allégea les continents et augmenta le volume des mers.

Des mesures précises, notamment en Scandinavie, ont montré qu'actuellement le socle continental continue de se relever, en certains points, à la vitesse d'un centimètre par an. En même temps que le climat se réchauffe et que les glaciers reculent, le niveau de la mer remonte peut-être d'une douzaine de centimètres par siècle.

Pour que la mer s'enfonce et que la terre se relève, il faut imaginer entre elles une charnière, une région de flexion ; les uns l'imaginent à la côte, les autres au bord du plateau continental. Certains admettent que la dénivellation ne dépassa pas 100 m lors de la plus forte glaciation quaternaire ; d'autres l'estiment à beaucoup plus (1).

On a aussi considéré que le volume d'eau des mers pourrait être modifié par des apports d'eaux très profondes à l'état de vapeur lors des éruptions volcaniques et par l'absorption très inégale de l'eau dans les divers minéraux des roches.

Comme on le voit, les facteurs à examiner ne manquent pas. Les mesures seules peuvent aider à y voir clair et elles apparaissent bien délicates avec un repère dont la stabilité reste inconnue. Pour le moment, il n'est que de les multiplier dans l'espace et les prolonger dans le temps et c'est à quoi s'appliquent les services techniques des différents pays.

*
* *

On peut verser au dossier un nouveau document que nous allons essayer de résumer. C'est la communication présentée à la sixième Conférence hydrographique internationale de Monaco par le contre-amiral Robert F. A. Studds, directeur de l'U. S. Coast and Geodesic Survey, sur l'ensemble des travaux poursuivis aux États-Unis, tant dans l'Atlantique et le Golfe du Mexique que dans le Pacifique et depuis en Alaska, sur les variations du niveau moyen de la mer (2).

Des nivellements de très haute précision avaient déjà révélé (H. G. Avers, 1927) que par rapport à Galveston (Texas), dans le Golfe du Mexique, les côtes de l'Atlantique étaient à des niveaux inférieurs et celles du Pacifique à des niveaux supérieurs, l'écart dépassant 50 cm ; de plus, ces niveaux s'élèvent peu à peu à mesure qu'on suit les côtes vers le nord ; enfin, dans le Golfe du Mexique, les niveaux s'abaissent de Galveston à Cedar Keys, de l'ouest à l'est.

1. Ceux que ces questions intéressent pourront lire :
R. G. Daly, *The changing world of the ice age*. Yale University Press, 1934.
Ph. H. Kuenen, *Marine Geology*. John Wiley, New-York, 1950.

2. Robert F. A. Shadds, Le niveau moyen de la mer. *Revue hydrographique internationale*, vol. **29**, 1952, p. 7-17.

Cette fois-ci, l'amiral Studds étudie les variations dans le temps, en dépouillant un grand nombre d'enregistrements et de mesures, répétés en de nombreux points du littoral pendant des années, parfois même durant un demi-siècle.

Voici par exemple ce que montrent pour 1951 les enregistrements marégraphiques à Atlantic City (New Jersey), relevés heure par heure puis groupés en moyennes journalières. Celles-ci diffèrent selon les saisons (fig. 1). Le niveau est plus haut en juin qu'en décembre ; en juin, il varie jour après jour, généralement de 3 à 6 cm, parfois de 30 cm et l'écart le plus grand a été de 45 cm ; en décembre, les variations journalières sont plus grandes et atteignent fréquemment 15 cm, l'écart maximum a été de 64 cm. Cela tient en grande partie au vent et aux conditions atmosphériques.

Si l'on calcule les moyennes mensuelles pendant quatre années consécutives, de 1948 à 1951 au même point d'Atlantic City, on obtient les tracés de la figure 3 ; les fluctuations journalières s'atténuent et d'autres apparaissent, plus faibles, mais pouvant encore atteindre 15 cm d'un mois au suivant.

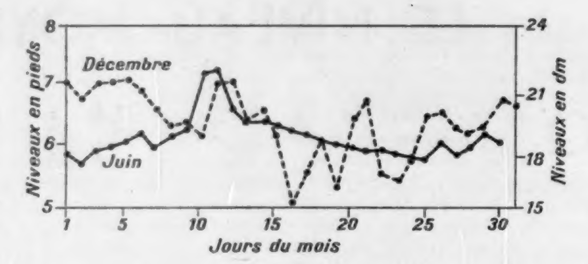


Fig. 1. — *Les niveaux moyens journaliers de la mer, à Atlantic City, en juin et décembre 1951, relevés sur une échelle de marée du port graduée en pieds.*

Ces courbes mensuelles n'ont pas même allure sur toutes les côtes ; généralement elles font apparaître des particularités locales, mais gardent une certaine analogie dans une même région. La figure 2 rassemble les courbes des moyennes mensuelles de 24 stations marégraphiques, dont 8 dans l'Atlantique, 8 dans le Golfe du Mexique et 8 dans le Pacifique. Beaucoup expriment les moyennes des observations de 19 années consécutives ; seules les séries du Golfe du Mexique et de l'Alaska sont plus brèves. Les 8 courbes de l'Atlantique ont un air de famille : minimum au début de l'année, et maximum en été ou en automne. Les 8 courbes du Golfe du Mexique, rangées depuis Key-West à l'est jusqu'à Port-Isabel à l'ouest, montrent l'apparition puis la différenciation de deux maxima saisonniers, l'un au printemps, l'autre à l'automne. La côte du Pacifique et celle de l'Alaska ont des caractères différents bien marqués, mais ils restent assez homogènes dans une même région.

Après avoir amorti les écarts des niveaux de la mer observés chaque heure par l'établissement de moyennes journalières, puis groupé celles-ci par mois, sans atteindre un niveau moyen tout à fait constant, il reste à calculer des moyennes annuelles, puis à

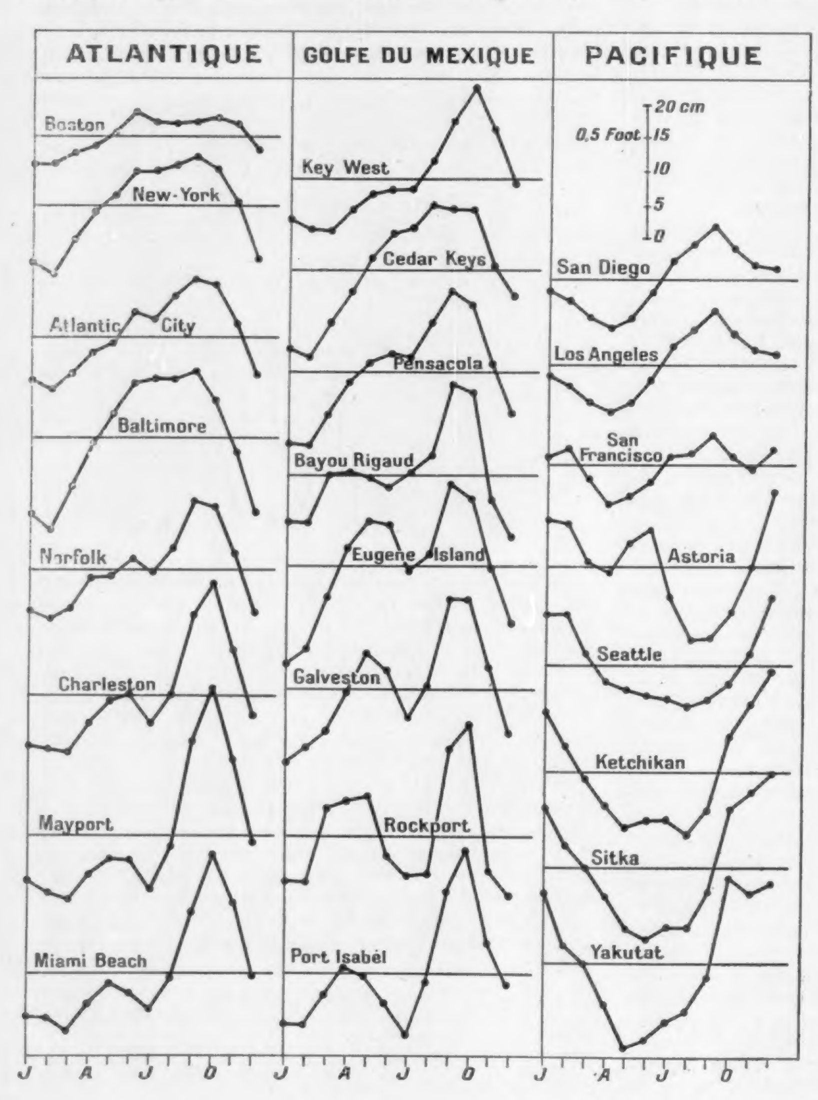


Fig. 2. — *Variations des niveaux mensuels de la mer, d'après les séries d'observations (généralement d'une durée de 18 ans), dans diverses stations des États-Unis.*

A gauche, huit ports de l'Atlantique.
Au milieu, huit autres du Golfe du Mexique.
A droite, huit du Pacifique dont les trois derniers de l'Alaska.
La ligne horizontale marque le niveau moyen pour la période entière.

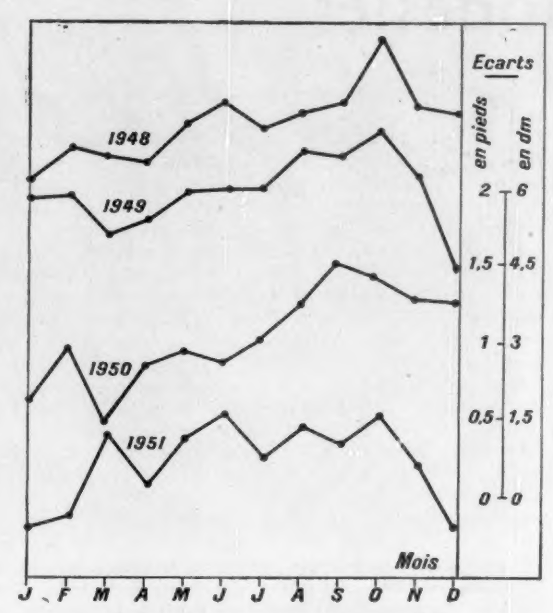


Fig. 3. — *Variations des niveaux moyens mensuels de la mer à Atlantic City pendant quatre ans.*
A droite, échelle des variations de hauteurs.

faire les moyennes de toutes les années d'observations dont on dispose en un même point pour approcher plus exactement du repère précis qu'on voudrait pour origine des altitudes et des profondeurs. On aboutit ainsi à de nouveaux graphiques dont la figure 4 représente quelques-uns choisis sur diverses mers. Certains s'étendent sur un demi-siècle et plus, d'autres sur un temps moindre, surtout en Alaska. Les niveaux moyens annuels présentent encore des écarts, mais bien moindres, et on a choisi une échelle des hauteurs plus grande pour les marquer. Cependant, on constate encore d'une année à l'autre des différences de 3 mm et exceptionnellement de 6 cm. Dans le Pacifique, à San Francisco par exemple, l'élévation du niveau de la mer dans ce dernier demi-siècle est très faible et régulière, environ 2 mm par an. Dans l'Atlantique, à New-York par exemple, elle a été du même ordre avant 1930 et plus rapide depuis. Dans le Golfe du Mexique, à Galveston entre autres, la montée a été plus forte : 4,5 mm par an de 1909 à 1937 et 15 mm depuis. En Alaska, le niveau a très légèrement monté jusqu'en 1940 et il baisse assez fortement depuis.

On remarquera que ces variations de niveau dans le temps concordent bien avec les évaluations des géologues s'occupant du quaternaire et celles des géodésiens observant le retrait des glaciers en montagne qui admettent communément une élévation actuelle de 12 à 14 cm par siècle.

De toutes ces données longuement rassemblées un certain nombre de notions se dégagent.

*
* *

Ni dans l'espace, ni dans le temps, le niveau des mers n'est un repère fixe, stable, immuable. En chaque point, il dépend des conditions locales et ne peut suffire pour des nivellements de très haute précision sur de grandes étendues. Il varie aussi dans le temps, sans que les mesures déjà rassemblées aient assez duré pour révéler des périodicités cependant probables telles celle du déplacement de l'orbite lunaire sur l'écliptique qui est de près de 19 ans.

Chaque région, chaque point présente des mouvements verticaux particuliers ; leur enregistrement doit être poursuivi en raison de son intérêt pour les théories des déplacements de la croûte terrestre, notamment celle de l'isostasie et des flexures qu'elle comporte.

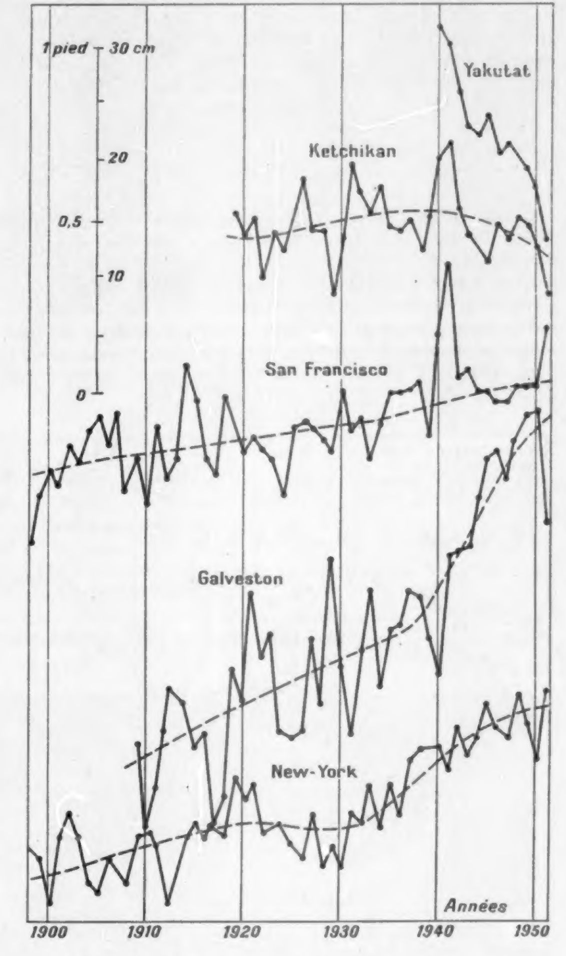


Fig. 4. — *Variations des niveaux moyens annuels de la mer, en divers points des côtes des États-Unis.*
En pointillé, la variation de la moyenne générale de chaque station.

Toutefois, les connaissances déjà acquises permettent de fixer en divers lieux du littoral le niveau moyen de la mer, à quelques millimètres près, avec une précision suffisante pour les besoins de la pratique.

Il n'est donc que de persévérer et de multiplier les points d'observation.

André Breton.

Les Rhodésies

Éclipsé par les fêtes du Couronnement, le Rhodes Centenary *est passé en Europe presque inaperçu ; en Afrique britannique, en revanche, de grandioses manifestations ont eu lieu en l'honneur du 100ᵉ anniversaire de la naissance du « Fondateur ». Cecil John Rhodes (1853-1902) est disparu prématurément : « Il reste tant à faire ! » furent ses dernières paroles. M. Paul Wagret ne nous donne pas ici une biographie du « Napoléon du Cap ». Il considère surtout son œuvre, ces Rhodésies qui se sont magnifiquement épanouies, au point d'être aujourd'hui regardées comme une des régions les plus riches de tout le continent noir.*

★

Géographie ; histoire. — Le territoire des Rhodésies (Rhodésie du Nord : 746 000 km² ; Rhodésie du Sud : 390 000 km²) est vaste comme deux fois la France. Compris entre le Congo belge et l'Union sud-africaine d'une part, entre l'Angola et le Mozambique portugais d'autre part, il borde au sud-ouest le protectorat britannique du Bechuanaland, au nord-est les possessions, britanniques elles aussi, du Nyassaland et du Tanganyika. Le Zambèze forme frontière entre les deux Rhodésies (fig. 1).

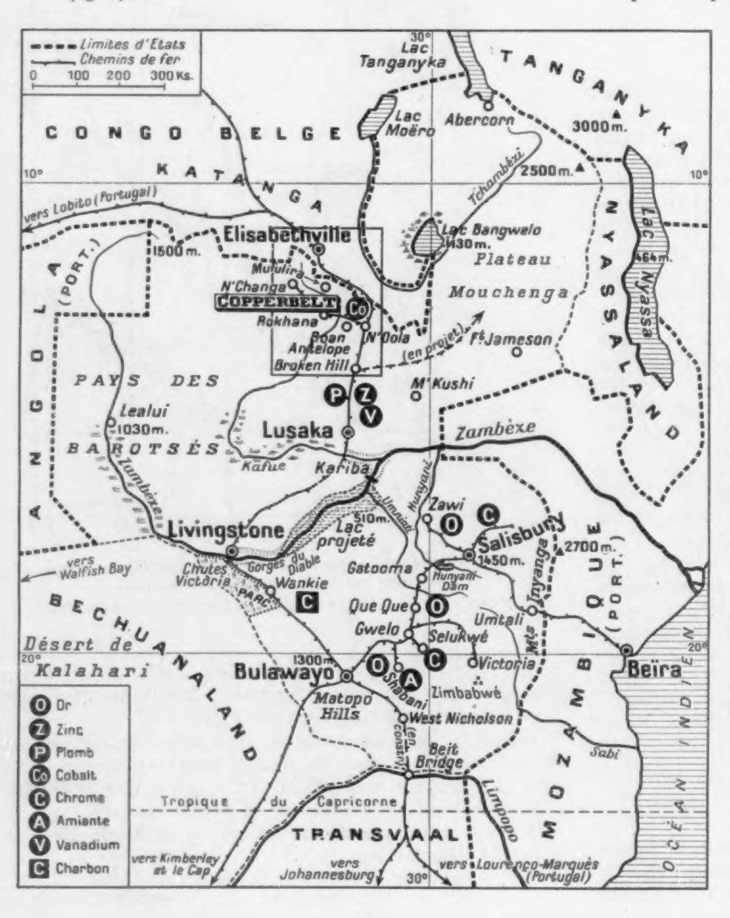


Fig. 1. — ***Les Rhodésies.***

Cette région, une des plus vieilles du socle africain, forme un vaste plateau étagé, de 1 000 à 1 800 m d'altitude, dépassant 2 500 m au nord-est et au sud-est (Monts Inyanga, fig. 2) et constitué en majeure partie de roches granitiques et schisteuses. Des crêtes dures forment des collines appelées *kopjes* (Matopo Hills, où se trouve la tombe de Rhodes, fig. 3), qui ont fixé généralement le site des anciens villages indigènes.

Le climat, tropical, est naturellement de plus en plus chaud et humide à mesure qu'on remonte vers l'équateur : Bulawayo, à 1 300 m d'altitude, a une température moyenne annuelle de 18,7° et un total de pluies de 600 mm ; pour Nchanga, les chiffres sont respectivement 21° et 1 500 mm. Le sud possède une saison sèche et une saison humide, celle-ci durant de novembre à mars ; tandis que le nord a deux saisons sèches et deux saisons humides. L'altitude, surtout en Rhodésie du Sud, rend ce climat supportable pour les Européens.

La végétation naturelle suit l'étagement en latitude imposé par les conditions climatiques. En partant du sud, la brousse fait place à la savane-parc, avec forêt-galerie le long des fleuves ; puis on entre dans la zone de la forêt clairsemée, qui annonce vers le nord la forêt dense congolaise. Les rives des lacs (Bangwelo) ne sont que des marécages, la plupart infestés de crocodiles ; de même, les vallées supérieures de la Kafue et du Zambèze. En revanche, le Zambèze, à partir de Livingstone, est coupé de rapides (voir notre photo de couverture) et bientôt ses eaux tombent de plus de 100 m, du haut des fameuses chutes Victoria (fig. 4) ; il s'engouffre ensuite dans un sauvage et profond cañon, les Gorges du Diable, encaissé dans le plateau ancien, et dont le passage le plus resserré est situé à Kariba (fig. 5) : une quarantaine de mètres seulement séparent les deux rives. Le cours inférieur de la Kafue présente les mêmes traits. Ces deux sites ont retenu l'attention des ingénieurs en vue de l'édification de barrages hydroélectriques.

La faune, jadis très abondante, a dû être protégée par l'institution de parcs nationaux. On compte dès maintenant douze réserves en Rhodésie du Nord : la plus grande, le *Kafue Park*, va être prochainement ouverte au public. La Rhodésie du Sud possède le beau *Wankie Park*, créé en 1949, qui s'étend sur 1 200 000 ha et renferme lions, éléphants, gazelles, zèbres, etc. Dernièrement des éléphants se sont avancés jusqu'aux chutes Victoria, dans le voisinage immédiat de l'hôtel qui y est aménagé, causant une certaine frayeur parmi les touristes, lesquels sont 20 000 par an.

Il y a seulement soixante ans, que savait-on de ces territoires rhodésiens (le nom leur fut donné dès 1891) ? A peu près rien. Les explorations de Livingstone et de Serpa Pinto avaient tout juste levé un coin du voile. Des tribus bantoues, comme les Barotsés du haut Zambèze ou les Mashonas de la région du Salisbury actuel, vivaient pacifiquement de pêche ou d'élevage. Tandis que, vers Bulawayo (« le Lieu du meurtre »), s'étaient en 1840 environ installés les féroces guerriers Matabélés, venus du sud, d'où les avaient chassés leurs frères de race, les



Fig. 2. — *Dans les monts Inyanga, à la frontière du Mozambique.*
(*Photo Rhodesian Graphic*).

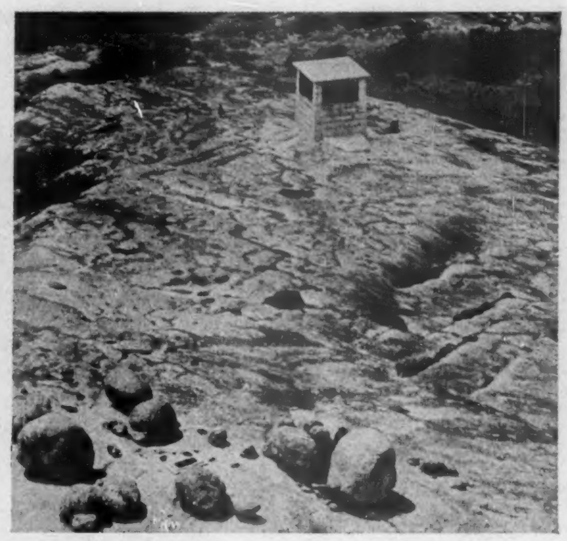


Fig. 3. — *Dans les Matopo Hills : « The world's view ».*
Au premier plan, la tombe de Cecil Rhodes parmi les blocs de granite ; à l'arrière-plan, le monument à la mémoire du major Wilson et de ses trente-trois compagnons tombés dans la guerre Matabélé de 1893.
(*Photo C. A. A. Corp.*).

belliqueux Zoulous, et les colons boërs arrivés au Natal. Les Matabélés commandés vers 1880 par leur roi, le terrible Lobenguela, rançonnaient les autres tribus (Mashonas, Bechuanas); la guerre alimentait les marchés d'esclaves, dont le spectacle, plus au nord, avait suscité la colère de Livingstone. On voit encore dans le parc de Bulawayo où il avait son *kraal* (résidence fortifiée), l'arbre sous lequel s'asseyait Lobenguela pour ordonner les mises à mort.

Les ruines de Zimbabwé (fig. 6) démontrent pourtant que les plateaux du Zambèze ont connu un haut degré de civilisation. Les commerçants portugais avaient mentionné au XVIIe siècle, l'existence d'un royaume du Monomotapa, décrit comme fabuleusement riche, et La Fontaine s'est fait l'écho de cette tradition dans une de ses fables. Mais les vestiges des quelque cinq cents villes mortes reconnues en Rhodésie du Sud sont beaucoup plus anciens : on y a découvert des produits hindous et même chinois (porcelaines) qui n'ont pu être apportés que par les trafiquants arabes. Les murs de Zimbabwé sont hauts de 12 m et épais de 3, formés d'énormes blocs de granite assemblés sans ciment. Dans les environs abondent les traces de fonderies et de galeries souterraines dans les couches aurifères.

Il y a donc eu là, à l'époque de notre haut Moyen Age, « une sorte d'Empire Noir, ultime reflet des grandes civilisations de l'Océan Indien » (Weulersse). Faut-il remonter plus haut, voir dans ces ruines un témoin du fabuleux royaume d'Ophir, cité dans la Bible ? Une dépendance des territoires de la reine de Saba, de qui Salomon recevait l'or et les autres métaux précieux ? Certains l'ont affirmé; il s'agit en tout cas de ruines absolument uniques en Afrique au sud du Sahara, où jamais les Noirs n'ont été aussi civilisés.

Au XIXe siècle, il n'y avait plus que des tribus isolées... Alors survint Rhodes. Il se fit reconnaître par les Matabélés un droit



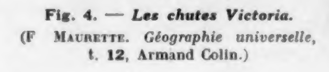


Fig. 4. — *Les chutes Victoria.*
(F Maurette. *Géographie universelle*, t. 12, Armand Colin.)



Fig. 5. — *Les Gorges du Diable à Kariba.*
(*Photo Public relations Dept. of Southern Rhodesia*).

de suzeraineté et se fit octroyer par la Couronne britannique (1889), la concession à charte des immenses territoires zambéziens (d'où le nom de *Chartered* donné à sa British South Africa C°, encore bien vivante aujourd'hui). Une colonne de 180 pionniers, remontant vers le nord en plein inconnu, alla fonder Fort-Victoria et Salisbury (1890). Le Portugal argua d'abord de ses droits, puis céda. Il fallut enfin réprimer les révoltes des Matabélés de 1893, où Lobenguela fut tué, et de 1896, où Rhodes alla sans armes haranguer les guerriers noirs pour obtenir la paix.

La Chartered disposait alors des droits régaliens sur trois « Rhodésies » : celle du Sud (capitale : Salisbury), celle du Nord-Ouest (Livingstone), celle du Nord-Est (Fort-Jameson, du nom de Jameson, un des compagnons de Rhodes, né comme lui en 1853). En 1911, les deux dernières fusionnèrent sous le nom de Northern Rhodesia (capitale : Livingstone). Mais les circonstances nouvelles amenèrent Londres à reviser la charte de 1889 : en 1923, la Couronne reprenait ses droits politiques sur le Nord, que le Colonial Office administre désormais (de même que le Nyassaland voisin); peu après (1935), la capitale était transférée à Lusaka. Quant à la Southern Rhodesia, plus évoluée (elle comptait 33 000 Blancs, contre seulement 2 000 à sa voisine), le choix lui était offert entre le *self-government* et l'entrée dans le Dominion sud-africain. Par une forte majorité (8 774 voix contre 5 989), les électeurs préférèrent l'autonomie.

La Rhodésie du Sud possède aujourd'hui un parlement de 30 membres et un ministère responsable; c'est un véritable état constitué, peuplé en 1953 de 160 000 Européens et 2 080 000 Africains, plus 7 500 Asiatiques et 2 500 métis (« Coloured »); en 1921, les chiffres n'étaient que de 33 000 pour les Européens et 862 000 pour les Noirs. En 1946, encore, la Rhodésie du Sud ne comptait que 88 000 Européens, la moitié du chiffre actuel.

La Rhodésie du Nord est encore une colonie d'exploitation, où une faible population européenne de 42 000 âmes (5 000 seulement en 1934) est noyée au milieu de 1 700 000 Noirs. Le gouverneur consulte une petite assemblée de 23 membres nommés, parmi lesquels 4 indigènes. Quant à la Chartered, elle conserve encore ses droits miniers en Rhodésie du Nord, mais elle a cédé les siens au gouvernement sud-rhodésien en 1933. A titre privé, elle garde d'immenses domaines dans les deux territoires.



Fig. 6. — *Ruines à Zimbabwé : la Tour conique.*
(*Photo Rhodesian Graphic*).

Richesses naturelles ; peuplement. — Rhodes s'était engagé à l'aveuglette dans une région inconnue : « Le Tout-Puissant, disait-il, n'a certainement pas créé un pays de cette dimension sans rien de bon dedans ». Des bruits couraient sur la richesse aurifère, attestée par les vestiges antiques et l'homme d'affaires s'exaltait à la pensée de découvrir un second Witwatersrand. Mais les premières recherches furent décevantes et la Chartered commença par s'endetter.

Ce n'est qu'au xxe siècle que les Rhodésies donnèrent raison à l'acte de foi du Fondateur. On évaluait, en 1950, à 245 millions de livres sterling la valeur des produits miniers extraits en 60 ans du sous-sol de la seule Rhodésie du Sud. Le premier budget de cet état (1923) se montait à 1 500 000 livres; il a atteint 22 millions en 1952. Les Rhodésies ont entièrement financé de leurs propres ressources un très important effort de guerre.



Fig. 7. — *Habitation de Boschiman.*
(F. Maurette. *Géographie universelle*, t. **12**, Armand Colin).

Ce n'est pas l'or qui a fait la prospérité des Rhodésies : après avoir été longtemps le second producteur d'Afrique, le Sud n'a plus fourni en 1951 qu'une quinzaine de tonnes. Les principaux minerais exploités maintenant en Rhodésie du Sud sont ceux de chrome, qui lui donnent un des tout premiers rangs dans le monde, avec l'Union Sud-Africaine et la Turquie (160 000 t de métal annuellement). États-Unis et Grande-Bretagnent achètent la quasi-totalité de la production, due pour deux tiers aux mines à ciel ouvert de Selukwé, pour le reste aux gîtes filoniens de la région de Salisbury (teneur en métal : 50 pour 100). La capacité de production excède même les possibilités de transport par rail. Une usine a été montée à Gwelo pour la métallurgie du chrome.

L'étain, l'amiante, l'arsenic, le mica, le wolfram sont extraits en quantités intéressantes, de même que les phosphates (Sabi Valley). En revanche, ni diamants, ni uranium; mais il faut signaler, près de Fort-Victoria, le manganèse et le glucinium, ce dernier employé au même titre que l'eau lourde dans l'industrie atomique. Le fer enfin, matière première essentielle, est extrait près de Que Que (52 000 t en 1951) où une aciérie moderne a été inaugurée en 1948.

Fig. 8. — *Le « Copperbelt » nord-rhodésien.*

La Rhodésie du Nord est encore plus favorisée : manganèse, plomb, zinc et vanadium de Broken Hill (respectivement 4 000, 14 000, 22 000 et 150 t de métal), cobalt, cuivre surtout dont ce territoire est un des premiers producteurs du monde (fig. 8). Le gisement, formé de sulfures, est le même que celui du Congo belge; il se continue sous la frontière. Sa teneur, un peu plus faible (3 à 5 pour 100 contre 7), reste excellente comparée aux minerais américains (1 pour 100). Les réserves surtout sont très supérieures à celles des États-Unis : 450 millons de tonnes sûres, et sans doute bien davantage, ce qui représente au moins 20 à 25 millions de tonnes de métal; la production annuelle, supérieure à celle du Katanga, avoisine 300 000 t, environ 12 pour 100 du monde.

L'extraction du cuivre est récente. Connus dès 1895, les premiers gisements ne furent prospectés sérieusement qu'à partir de 1925. Alors se créent les grosses sociétés Roan Antelope, Mufulira, Rokhana, Nchanga, entre 1931 et 1939; les deux premières sont contrôlées aujourd'hui par le Rhodesian Selection Trust, qui vient d'ouvrir une nouvelle mine à Chibulama; les deux autres sont la propriété de l'Anglo-American Corporation qui installe en ce moment la mine Bancroft (avec l'aide financière du groupe Rio Tinto). L'expansion de l'activité est incessante : des raffineries sont en construction, les villes se développent, les communications, P. T. T., etc., doivent suivre le mouvement général d'équipement. Jusqu'ici, tout est financé par le cuivre, lequel entre pour 85 pour 100 dans le revenu national nord-rhodésien, et pour 90 pour 100 dans les exportations. Le budget de la colonie est passé de 1 million de livres en 1939 à 20 millions en 1952.

Tant que la demande mondiale restera aussi forte, la prospérité sera assurée. Mais on pense au café brésilien : c'est un danger certain que présente cette « mono-économie » du cuivre. Pour l'instant, l'excédent considérable des exportations (50 millions de livres) sur les importations (26 millions) permet de substantiels investissements.

Ce sont donc les richesses minières qui conditionnent l'essor remarquable des Rhodésies. Les activités agricoles, sauf le tabac, ne suivent que de loin. De vastes espaces restent incultes dans le Nord, parcourus par des tribus au genre de vie traditionnel.



Fig. 9. — *La statue de Cecil Rhodes et l'immeuble du gouvernement à Salisbury.*
(Photo Public relations Dept. of Southern Rhodesia).

Les seuls défrichements importants s'étendent de part et d'autre de la voie ferrée, notamment autour de Lusaka (maïs et tabac). La Rhodésie du Sud, plus salubre, est aussi plus avancée, principalement dans les « Midlands », entre Bulawayo, Salisbury et Umtali, région vitale du pays au double point de vue agricole et industriel : maïs, blé, arbres fruitiers et surtout tabac.

La première plantation de tabac remonte à 1895, par un colon isolé; aujourd'hui, 2 500 planteurs européens sur 5 000 s'occupent de tabac. Ils ont récolté en 1952, sur leurs 77 000 ha, 44 000 t valant au total plus de 17 millions de livres sterling (17 milliards de francs); la superficie et la production ont quintuplé depuis 1936; Salisbury est devenu le premier centre commercial de tabac du monde, exportant 96 pour 100 de la récolte; les plus gros acheteurs sont la Grande-Bretagne et le Commonwealth, à cause des tarifs préférentiels et de la pénurie de dollars; puis viennent le Benelux, les pays scandinaves, l'Allemagne, l'Autriche, Israël, la France. Il s'agit surtout de tabac de Virginie, mais des tabacs turcs et orientaux sont également représentés.

Les profits sont élevés et des contrats à long terme ont été signés avec les principaux acheteurs; ainsi la Grande-Bretagne se porte acquéreur des deux tiers de la production pendant les cinq années à venir. Aussi le tabac tend-il à devenir une monoculture, au détriment des cultures vivrières : il faut importer des produits alimentaires pour les villes. Des problèmes annexes se posent : érosion des sols, manque de capitaux disponibles (les importations excèdent les exportations), manque de tradition paysanne...

L'élevage, presque impossible en Rhodésie du Nord à cause de la mouche tsé-tsé (700 000 bovins seulement), rencontre des conditions plus favorables au sud, où le gouvernement s'efforce d'encourager le *mixed farming* (élevage et culture associés); mais les colons s'y intéressent moins qu'au tabac et, chez les indigènes, une évolution psychologique serait nécessaire. On ne compte encore que 3 millions de bovins et 300 000 moutons. Les deux Rhodésies doivent importer de la viande du Bechuanaland et de l'Afrique du Sud, et des produits laitiers de Nouvelle-Zélande ! Il y a là un sérieux problème d'équilibre économique.

Malgré une production triplée depuis 1945, les biens industriels de consommation restent insuffisants. Dans le Nord, pratiquement rien; en Rhodésie du Sud, Gwelo possède des fabriques de chaussures, Bulawayo et Salisbury des industries variées (ciments, tissus, sucreries...), Umtali une fabrique de sacs (le jute vient du Congo). La principale activité moderne de transformation, à part l'aciérie de Que Que déjà signalée, est l'industrie cotonnière de Gatooma, qui exporte dans toute l'Afrique méridionale chemises, shorts et pantalons.

Les Européens se concentrent dans les villes : c'est là un phénomène de « pays neuf » à civilisation importée. En Rhodésie du Sud, Salisbury (fig. 9), la capitale, à 1 450 m d'altitude, compte 50 000 Blancs (100 000 Noirs) et Bulawayo 40 000 (85 000 Noirs) (fig. 10 et 11). Ces deux villes, qui groupent plus de la moitié des Européens, sont de belles cités modernes, aux imposants buildings et aux larges rues (celles de Bulawayo furent tracées de manière à permettre le demi-tour de chariots traînés par huit paires de bœufs); elles ont connu une croissance extraordinaire depuis 20 ans : en 1934, Salisbury avait 22 000 habitants, Bulawayo 26 000. Umtali, « la porte de l'Est », est peuplée de 22 000 âmes, dont 7 000 Blancs; de même que Gwelo, au centre d'un riche district industriel. Que Que et Gatooma comptent chacune 10 000 habitants (2 000 Blancs).

En Rhodésie du Nord, à part les postes isolés (Abercorn, Jameson) et les centres administratifs (Livingstone, Lusaka), on ne trouve d'agglomérations urbaines que dans le Copperbelt (fig.8) : Ndola (21 000 âmes) est le nœud ferroviaire et routier, le siège



Fig. 10. — *L'hôtel de ville de Bulawayo.*
(Photo Public relations Dept. of Southern Rhodesia).



Fig. 11. — *Une rue de Bulawayo.*
(Photo Public relations Dept. of Southern Rhodesia).



Fig. 12. — *Au bord du Zambèze.*
(Photo Public relations Dept. of Southern Rhodesia).

des banques et des sociétés. Les autres « villes » sont des agglomérations doubles, selon le principe des Anglo-Saxons : une ville officielle et européenne, et une cité indigène, construite pour les mineurs de la Compagnie : ainsi Kitwé et Nkana, Chingola et Nchanga; la population de chacun de ces centres va de 15 à 35 000 habitants, en grande partie des Noirs.

L'opposition est frappante des voitures américaines et des cottages confortables munis du téléphone, avec les immensités vides et les pêcheurs presque nus des rives des fleuves (fig. 12). Le plus éclatant symbole de cette coexistence étrange fut donné par le récent voyage du roi des Barotsés, Mwanawina III : en route pour les fêtes du Couronnement, il descendit le Zambèze en pirogue d'apparat avant de prendre, à Livingstone, le « Comet » pour Londres. L'Afrique reste la terre des contrastes...

L'avenir des Rhodésies. — Un certain nombre de problèmes communs intéressent l'avenir des Rhodésies. Nous en étudierons trois : les sources d'énergie, les voies de communication, l'évolution politique et sociale.

Les sources d'énergie sont insuffisantes : la seule mine de charbon, à Wankie (Rhodésie du Sud) produit 2 500 000 t par an; on espère avoir doublé ce chiffre en 1955. Les réserves, d'extraction facile (veines épaisses de 9 m, à une profondeur de 100 m), seraient de l'ordre de 4 milliards de tonnes, dont 200 millions seulement seraient cokéfiables. En attendant, chemins de fer et mines de cuivre brûlent du bois. On songe à élever une usine d'essence synthétique par hydrogénation de la houille et à fournir du carburant à l'Afrique centrale et australe, laquelle manque totalement de pétrole.

L'électricité est surtout d'origine thermique : 522 millions de kWh produits en 1951 en Rhodésie du Sud, 275 en Rhodésie du Nord, pour une puissance installée totale d'environ 200 000 kW. Récemment est entrée en service la centrale hydroélectrique d'Hunyani (fig. 13), près de Salisbury (40 000 kW installés); des projets de petits barrages sont en cours de réalisation (région de Salisbury) ou d'étude (Sabi River), indépendamment du « Grand Plan » des gorges de Kariba, sur le Zambèze (fig. 5).

Il est relativement facile de construire un grand barrage en ce défilé étroit, mais des difficultés ont surgi : juridiques, les deux états n'étant pas également souverains; financières aussi, les travaux à échelonner sur dix ans, apparaissent trop coûteux sans aide de la métropole. Aussi pense-t-on à un premier barrage moins grandiose sur la Kafue, à terminer en six ans (puissance prévue : 380 000 kW) et qui s'intégrerait plus tard dans le « Kariba scheme » (puissance de celui-ci : 1 million de kilowatts). La Kafue coule entièrement sur le territoire de la Rhodésie du Nord.

Quoi qu'il en soit, le barrage de Kariba sera construit un jour : il aura 100 m de hauteur et retiendra un des plus grands lacs artificiels du monde, long de 250 km et large de 50. Des cultures irriguées (coton) et des techniques de préservation des sols seront expérimentées. Les travaux préliminaires ont commencé en 1952.

Un tel plan exige une refonte du système des transports. Le

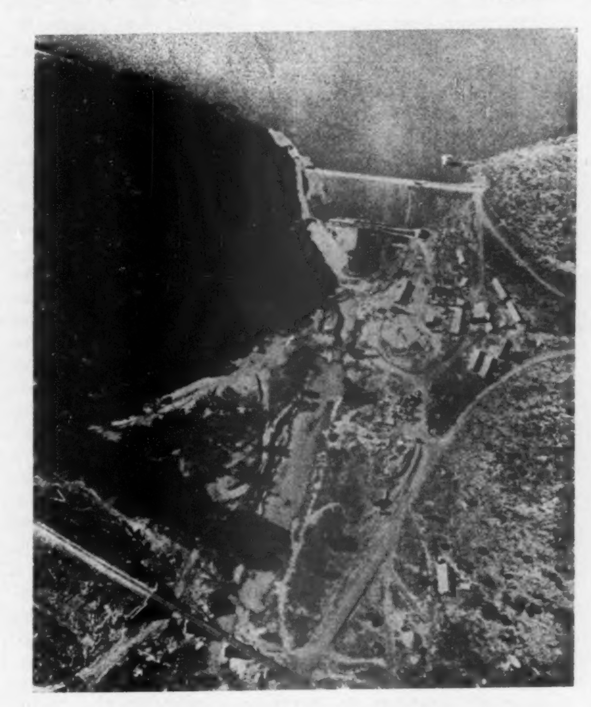


Fig. 13. — *Le barrage de Hunyani.*
Inauguré le 29 septembre 1952, il retient 250 millions de mètres cubes.
(Photo Air Survey of Rhodesia).

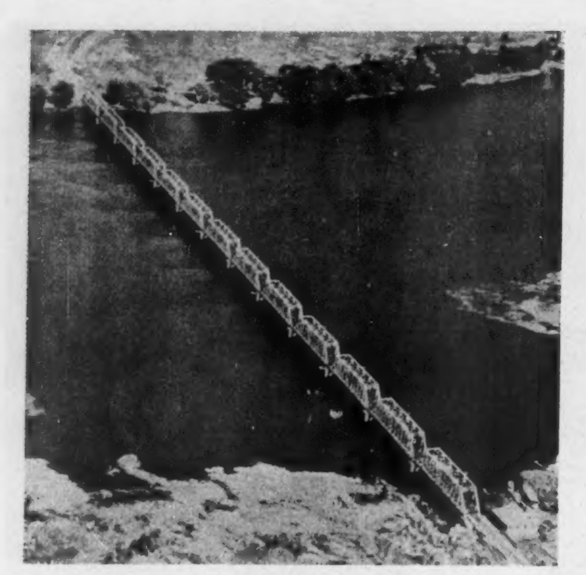


Fig. 14. — *Le pont du chemin de fer sur la Kafue, à 50 km au sud de Lusaka.*
(Photo Air Survey of Rhodesia).

rail atteignait Broken Hill dès 1906, Bulawayo était depuis 1902 relié à Salisbury et Beïra. Mais le chemin de fer « du Cap au Caire » n'a jamais été achevé; l'antenne qui doit se diriger de Broken Hill vers le Tanganyika est encore en projet, bien que les Américains, pour des raisons stratégiques, aient proposé de le financer en partie. Divers embranchements enfin desservent les secteurs miniers.

Ce réseau est insuffisant, malgré le rapport qu'il laisse apparaître de 1,4 km de rail pour 1 000 habitants (Afrique du Nord française : 0,4 km). Les lignes sont à voie unique (fig. 14), sans infrastructure solide, coupées par quinze graduations dans les charges entre le Congo belge et Beïra. Pour réduire la distance entre ces deux points, il faudrait construire un raccordement de Lusaka à Zawi. Pour exporter davantage de chrome, on doit doubler la ligne Salisbury-Beïra et prolonger vers Beit Bridge (et Lourenço-Marquès) la ligne Bulawayo-West-Nicholson. Le port de Beïra est en effet encombré, malgré une capacité récemment portée à 5 millions de tonnes (contre 2 en 1950) et des travaux d'équipement considérables. L'Union sud-africaine pousse à la construction d'une ligne en direction de Walfish Bay, port qu'elle administre sur l'Atlantique et qui présente l'avantage d'être plus rapproché de l'Europe que les ports du Mozambique. Mais c'est également le cas de Lobito, dans l'Angola portugais, maintenant relié par rail au Katanga et au réseau rhodésien; aussi est-il appelé à un développement croissant pour l'exportation du cuivre. Tels qu'ils sont, les chemins de fer rhodésiens, sous administration commune, ont transporté en 1952 plus de 7 millions de tonnes de marchandises et 3 millions de voyageurs.

Le réseau routier, sur lequel circulent 70 000 véhicules, comprend 17 000 km de routes modernes et 30 000 de routes saisonnières; il est surtout développé en Rhodésie du Sud. L'équipement aérien comprend deux grands aéroports internationaux, avec piste de plus de 2 500 m pour appareils de 60 t à Livingstone et Salisbury, et de nombreux aérodromes plus petits. Quant aux voies d'eau, elles sont pratiquement inutilisables : seul le Zambèze pourrait présenter un intérêt, une fois aménagé, et, dans une moindre mesure, la Kafue.

Un dernier problème, déterminant pour l'avenir, est l'évolution politique et sociale des deux Rhodésies. Le statut des indigènes n'y est pas le même : au sud, on distingue une « zone africaine », sans colons européens, s'étendant sur 120 000 km² peuplés de 1 600 000 Noirs, et une « zone européenne », deux fois plus vaste, où se trouvent les villes, et dont l'accès est autorisé en principe aux Noirs évolués (selon le désir de Rhodes : « droits égaux pour tous les hommes civilisés »). En fait, le nombre des Africains y dépasse déjà de beaucoup celui des Européens, l'exemple des villes nous l'a montré. L'augmentation de la population blanche, pourtant considérable, reste insuffisante en face de la masse des indigènes; c'est que le gouvernement sud-rhodésien redoute, à l'image de l'Australie, l'immigration de « poor whites », et exige une certaine qualification (12 000 immigrants en 1952, dont 7 000 restent).

La Rhodésie du Nord, à cause du climat, reste davantage une colonie d'exploitation comme le Nyassaland voisin. Le niveau d'évolution des indigènes est bien inférieur à celui du sud, leur émiettement en 73 tribus parlant 30 dialectes différents ne favorise pas l'éclosion d'une conscience commune.

Les Noirs, en Rhodésie du Sud, sont soumis à une ségrégation moins dure qu'en Afrique du Sud mais réelle (syndicats séparés pour les ouvriers, par exemple). Si, en principe, les élections se font sur une base non-raciale, en fait seule une « intelligentsia » de 500 Africains est admise à voter, contre 52 000 Européens. Le gouvernement de Londres n'a pas voulu abandonner complètement les Noirs et il a gardé un droit de veto sur les affaires indigènes; mais il n'en a pas encore usé. En Rhodésie du Nord, qu'il administre directement, le Colonial Office protège ouvertement les Noirs : 4 Africains ont été admis dans le Conseil qui assiste le gouverneur. Ce principe nouveau est très éloigné de ceux en honneur en Afrique australe, il se rapproche de l'esprit des réformes édictées en Afrique Orientale ou au Nigeria; il a provoqué une intense émotion au sud du Zambèze, on le devine.

Tout le problème indigène se trouve posé à propos du projet de Fédération de l'Afrique Centrale (Rhodésies + Nyassaland) : depuis 1949, des pourparlers ont été menés sous l'égide de Londres, qui cherchait à édifier un contrepoids à l'Union sud-africaine. Ils viennent d'aboutir (1953) et un gouvernement commun avec Parlement fédéral sera prochainement institué. La Rhodésie du Sud est appelée à jouer un rôle dirigeant dans la nouvelle combinaison. C'est ce qui inquiète les Africains (et nombre d'Anglais de la métropole) qui craignent de se voir livrés à l'arbitraire des Blancs de l'Afrique Centrale; la protection directe de Londres leur paraissait préférable. Comme l'a écrit A. Siegfried : « La notion de Dominion n'est à sa place que s'il s'agit d'une colonie de peuplement... Là où les Blancs ne sont qu'une minorité, donner le statut de Dominion, c'est en fait abandonner les Noirs. Et si l'on donne le droit de vote aux Noirs, c'est logiquement et sûrement éliminer les Blancs ». Ceux-ci veulent — réaction naturelle — se défendre contre la « marée montante des Noirs » (*rising tide of colour*). Ils sont solidement implantés dans ce pays, qu'ils considèrent aujourd'hui comme leur patrie.

C'est un problème grave qui se pose et l'exemple du Kenya montre qu'on aurait tort de négliger l'avis des masses indigènes qui, dans les trois régions, représentent 7 millions d'hommes, en face des 50 000 électeurs blancs qui, seuls, ont été appelés à se prononcer.

Entre le paternalisme des Belges, l'assimilation des Portugais et la ségrégation intransigeante des Sud-Africains, l'Afrique Centrale sera peut-être amenée à promouvoir une politique indigène originale. Il est temps d'y penser.

Paul Wagret,
Agrégé de l'Université.

Récepteurs de lumière et de rayonnement

3. Récepteurs quantiques (Ière partie) : Cellules photorésistantes et photopiles

On a vu dans le premier de ces articles consacrés aux récepteurs de rayonnement que les « récepteurs quantiques » sont ceux dans lesquels une particule élémentaire de lumière, un photon, est capable de libérer un électron ; il se produit ainsi, sous l'action de la lumière, une manifestation électrique, sans que l'énergie lumineuse se soit transformée préalablement en chaleur, condition nécessaire au fonctionnement des « récepteurs thermiques » décrits dans le deuxième article (1).

On a longtemps donné, et l'on donne encore, aux récepteurs quantiques le nom de *cellules photoélectriques*, mais, devant la diversité des cellules qui sont apparues dans ces vingt dernières années, les électroniciens ont proposé de réserver le nom de *cellules photoélectriques* au cas où l'électron libéré reste dans la matière, sa libération hors de l'état où il était emprisonné ayant pour effet de diminuer la résistance électrique ou de produire une différence de potentiel ; on reconnaît là l'effet photoélectrique *interne*. Au contraire, lorsque l'électron est chassé hors de la matière, c'est-à-dire dans le cas de l'effet photoélectrique *externe*, cet électron, pour être recueilli par une électrode positive ou anode, doit se mouvoir librement dans le vide ou dans un gaz raréfié, et les électrodes sont scellées à l'intérieur d'un tube de verre fermé, étanche, transparent à la lumière ; le récepteur est appelé pour cette raison *tube photoélectronique*, expression synonyme de celle, plus ancienne, de cellule photo-émissive.

Tous ces récepteurs sont parvenus à un degré de perfection extraordinaire, soit par leur simplicité et leur robustesse qui en font des instruments pratiques, soit par leur sensibilité qui approche des limites des possibilités théoriques lorsqu'ils sont montés avec les précautions nécessaires. On donnera seulement ici leur description et l'explication de leur fonctionnement, sans chercher à énumérer leurs applications qui couvrent des domaines trop variés de la science et de la technique, applications que l'on peut trouver dans quelques ouvrages récents (2).

Cellules photoélectriques à variation de résistance. — En 1873, Willoughby Smith découvrit que la résistance électrique d'un barreau de sélénium est susceptible de varier selon qu'il est plus ou moins éclairé. L'explication physique de cette variation n'est pas simple. Les propriétés chimiques et physiques du sélénium sont intermédiaires entre celles des métaux et celles des métalloïdes ; en particulier, il n'est pas un isolant électrique, mais sa conductibilité est très inférieure à celle des métaux. Propriété caractéristique, cette conductibilité s'améliore lorsqu'on chauffe le sélénium, tandis que celle des métaux diminue ; de plus, la forme cristalline, les traitements thermiques, les impuretés chimiques influent profondément sur la conductibilité. Ce sont là les traits distinctifs des solides appelés semi-conducteurs, dont il faut bien parler un peu, car dans presque tous les récepteurs quantiques modernes, qu'ils fonctionnent par variation photoélectrique de la résistance ou de toute autre façon, le corps dans lequel la lumière convertit son énergie en manifestation électrique est un semi-conducteur. Quelques indications théoriques en montreront la raison.

Dans un isolant, les électrons sont solidement attachés aux atomes, ou se comportent comme s'ils l'étaient : une différence de potentiel d'une centaine de volts ne provoque aucun courant appréciable ; la lumière n'a pas d'action sur cette forte résistance électrique. Dans un métal, chaque atome abandonne un ou quelques électrons, les électrons de valence en général, qui deviennent libres de circuler en tous sens dans la masse, d'une façon désordonnée par agitation thermique, ou avec une composante de vitesse d'ensemble dans la direction du champ électrique si l'on a appliqué une différence de potentiel même très petite : ce mouvement d'ensemble constitue le courant électrique. Dans un semi-conducteur, quelques atomes seulement sont capables de fournir des électrons libres ; ce sont souvent les atomes d'impuretés, ou ceux qui ne sont pas aux mailles du réseau cristallin parfait ; et surtout, ils ne fournissent des électrons que s'ils reçoivent une petite quantité d'énergie, énergie qui peut provenir soit de l'agitation thermique, soit de la lumière, soit des deux simultanément. On s'explique ainsi que la conductibilité des semi-conducteurs augmente lorsqu'on les chauffe, ce qui accroît l'agitation thermique et le nombre des électrons libres ; et l'on comprend pourquoi la lumière a le même effet, que l'on met à profit pour construire des cellules dites photorésistantes ou photoconductrices.

Ce type de cellule est le plus anciennement connu, mais les premières cellules au sélénium ont été par la suite à peu près abandonnées en faveur d'autres types dont il sera question plus loin. Toutefois, depuis une dizaine d'années, de nouvelles cellules photoconductrices ont été inventées, avec des qualités que l'on améliore encore maintenant et qui remettent à la mode ce type de cellules. Elles utilisent des sulfures métalliques : le sulfure de cadmium, et le sulfure de plomb qui peut être remplacé par des composés semblables, le séléniure ou le tellurure de plomb.

Le succès du sulfure de plomb, utilisé sous forme de galène naturelle ou synthétique, a une raison simple : il a permis de construire des cellules sensibles à l'infrarouge, dans un domaine de longueurs d'ondes où, jusqu'en 1945 environ, les récepteurs thermiques, beaucoup moins sensibles, n'avaient pas de concurrents. Ces cellules au sulfure de plomb (fig. 1), initialement sensibles jusqu'à la longueur d'onde de 2,5 μ (0,0025 mm), sont devenues utilisables jusqu'à 4 μ lorsqu'on les a fait fonc-

1. *La Nature*, n° 3223, novembre 1953, p. 327, et n° 3224, décembre 1953, p. 362.

2. V. K. Zworykin et E. G. Ramberg, *Photoelectricity and its application*, 494 p., John Wiley and Sons, Inc., New-York ; Chapman and Hall Ltd, Londres 1949.

J. Terrien, *La cellule photoélectrique*. 2e éd. 126 p., Collection *Que sais-je ?* P. U. F., Paris, 1951.

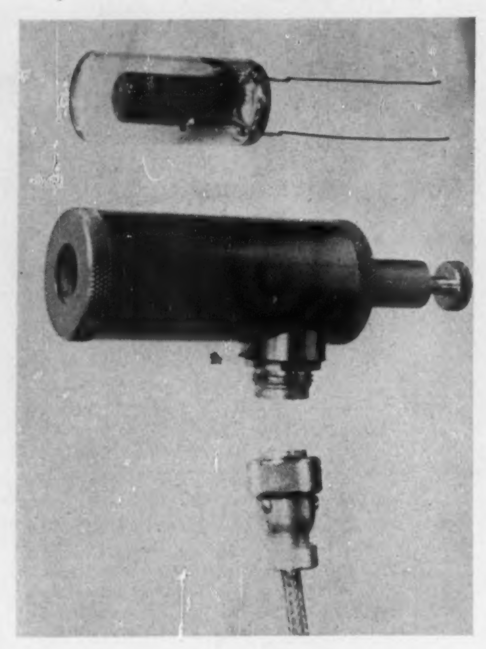


Fig. 1. — ***Cellule photorésistante au sulfure de plomb*** *(en haut)* ***avec son boîtier métallique et le câble blindé*** *(en bas)* ***qui la relie à l'amplificateur.***
(*Établissements* Jean Turck, Cachan).



Fig. 2. — ***Spectrographe à réseau pour le proche infrarouge, utilisable jusqu'à 5 μ.***
Le récepteur de rayonnement de cet appareil est une cellule analogue à celle de la figure 1 (*Établissements* Jean Turck).

tionner à basse température, dans la glace carbonique ou l'air liquide ; elles trouvent une application importante en spectrographie infrarouge (fig. 2). La substitution du sélénium et du tellure au soufre (fig. 3) a pour effet de repousser la sensibilité plus loin dans l'infrarouge, jusqu'à 5 μ, et des progrès dans ce sens sont encore à espérer. Ces sels de plomb ne sont vraiment sensibles aux rayonnements visibles et infrarouges que s'ils ont subi des traitements thermiques et chimiques encore empiriques, dont le rôle essentiel paraît être d'y incorporer un peu d'oxygène.

Le sulfure de cadmium a commencé à attirer l'attention tout récemment, en 1947. Il n'est pas sensible à l'infrarouge, mais seulement au visible et à l'ultraviolet. Comme tous les corps photoconducteurs, une différence de potentiel appliquée entre deux points provoque un courant qui varie avec l'éclairement ; mais si l'on augmente cette différence de potentiel, le courant augmente plus rapidement, et prend des valeurs assez élevées pour qu'un amplificateur devienne souvent inutile. Les cellules au sulfure de cadmium sont destinées, semble-t-il, à simplifier la construction d'appareils pour lesquels on ne cherche pas une grande sensibilité à de très faibles lumières.

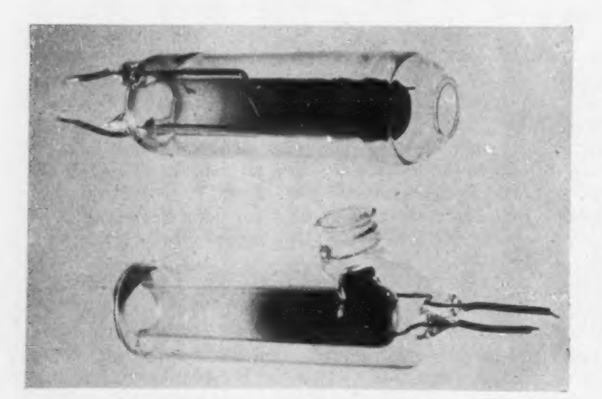


Fig. 3. — ***Deux cellules au tellurure de plomb, avec fenêtre ronde en saphir transparent à l'infrarouge, utilisables pour les radiations de 1 à 6 μ.***
(*Établissements* Jean Turck).

Les amplificateurs que l'on peut adjoindre aux cellules photoconductrices, lorsqu'on veut en obtenir la plus grande sensibilité, sont presque toujours accordés sur une certaine fréquence, choisie entre 20 et 500 hertz (cycles par seconde), fréquence à laquelle on module, par un disque tournant à secteurs alternativement opaques et transparents, le faisceau du rayonnement à recevoir. La cellule est insérée dans un circuit comprenant une force électromotrice de quelques dizaines de volts, et une résistance fixe (fig. 4) ; aux extrémités de la cellule, la différence de potentiel varie avec l'éclairement, avec une fréquence égale à celle de la modulation, et une amplitude fonction de cet éclairement ; ce sont ces variations de potentiel que l'on amplifie.

Photopiles. — Comme leur nom le suggère, les photopiles (fig. 5) sont des piles électriques qui trouvent dans la lumière l'énergie nécessaire à la production d'un cou-

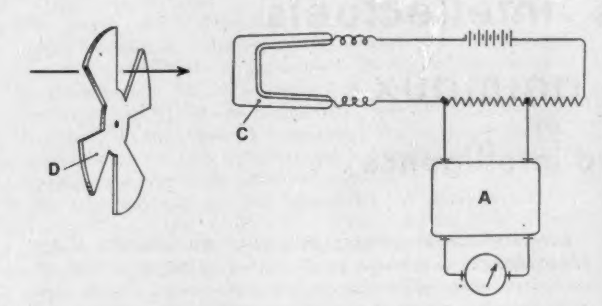


Fig. 4. — *Schéma de montage d'une cellule photorésistante.*
D, disque tournant à secteurs pour moduler le faisceau ; C, cellule ; A, amplificateur.

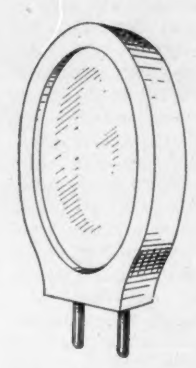


Fig. 5. — *Photopile au sélénium dans son boîtier.*
Diamètre : 4 cm environ.

rant. Dans les meilleures conditions, le rendement de cette conversion d'énergie atteint 2 à 3 pour 100, rendement aussi bon que celui des quelques installations expérimentales d'essai destinées à l'utilisation de l'énergie solaire, et supérieur à celui des cultures les plus productives où la photosynthèse chlorophyllienne se charge d'accumuler l'énergie solaire dans des aliments ou des combustibles précieux pour l'humanité.

Comparées aux autres récepteurs de lumière, les photopiles ont cet avantage qu'elles ne nécessitent aucune alimentation électrique, ni accumulateur, ni secteur, et qu'elles sont d'un emploi très simple. Aussi en fait-on des posemètres pour photographes, en accouplant une photopile et un milliampèremètre, dont l'aiguille indique directement sur une graduation le temps de pose convenable imposé par l'éclairement disponible ; c'est surtout sous cette forme que les photopiles sont connues du grand public. Elles peuvent aussi équiper des appareils de qualité, par exemple des densitomètres pour la mesure du noircissement des clichés photographiques, particulièrement des clichés spectrographiques (fig. 6).

Les photopiles sont constituées fort simplement par une couche de quelques dixièmes de millimètre d'un semi-conducteur, presque toujours du sélénium, interposée entre une plaque de fer et un dépôt transparent extrêmement mince d'un métal inaltérable (fig. 7) ; ces deux métaux sont reliés chacun à une borne électrique, où il suffit de brancher un milliampèremètre pour constater le courant produit dès qu'on éclaire la face recouverte du métal transparent. Leurs qualités de stabilité, de sensibilité, dépendent de tours de mains tenus secrets par les constructeurs ; la théorie de leur fonctionnement est assez complexe.

La sensibilité spectrale des photophiles se situe principalement dans le domaine visible, elle s'étend faiblement vers le très proche infrarouge, et davantage vers l'ultraviolet, à moins qu'une fenêtre de verre protectrice opaque à l'ultraviolet n'y fasse obstacle. Sans amplification, une photophile dont la surface sensible a une aire de 10 cm^2 délivre, sous un éclairement de 200 lux, éclairement usuel sous une lampe de bureau, un courant d'environ 0,1 milliampère. On s'est servi de ce récepteur pour mesurer l'émission de lumière très faible des préparations radioluminescentes utilisées par exemple pour rendre visibles en pleine obscurité les cadrans de montres ; le courant débité est alors de 10^{-10} A, encore facile à mesurer avec un bon galvanomètre de laboratoire. Mais sous des éclairements aussi faibles, apparaissent des défauts de fidélité qui feraient proscrire les photopiles si leur emploi n'était si commode, car les cellules photoémissives ou tubes photoélectroniques restent utilisables dans des conditions bien plus sévères.

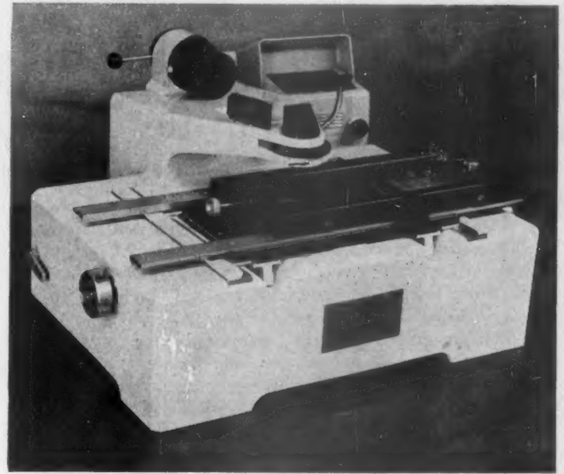


Fig. 6. — *Densitomètre à photopile pour l'étude des clichés spectrographiques.*
(*Société Générale d'Optique*, Paris).

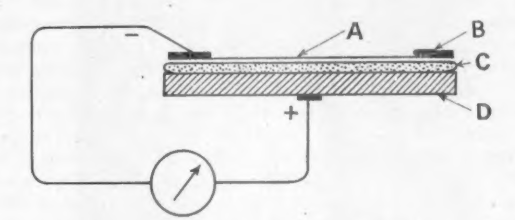


Fig. 7. — *Coupe d'une photopile au sélénium.*
D, disque de fer ; C, couche de sélénium ; A, couche métallique semi-transparente ; B, contacts électriques sur la couche A.

Les photopiles, économiques, faciles à manier, robustes, servent surtout d'organe sensible pour de multiples applications où un relais doit être actionné par la lumière ; on en fait aussi des appareils de mesures photométriques, dont l'exactitude est acceptable pour les besoins courants de l'éclairagisme et de la photographie, à condition qu'ils soient maniés avec discernement. L'immense majorité des cellules en usage jusqu'ici sont des photopiles au sélénium ; mais il est possible que les cellules photorésistantes au sulfure de cadmium, nouvelles venues, connaissent dans un proche avenir un succès égal.

(*à suivre*).

Jean Terrien,
Sous-directeur du Bureau International des Poids et Mesures.

Les processus intellectuels chez les animaux

I. Les tests d'intelligence

On est souvent tenté de prêter aux animaux une pensée et une intelligence analogues aux nôtres. Anthropomorphisme naïf, dont le lecteur qui a bien voulu suivre nos précédents articles sait la futilité, à laquelle s'ajoute un confusionisme qui n'est pas toujours très conscient. En effet, même en psychologie humaine, il n'est pas aisé de définir clairement ce que l'on entend par pensée ou par intelligence; il y a une pensée « concrète » et par images, une pensée « abstraite » d'ordre conceptuel; il y a une intelligence « pratique », toute d'habileté artisanale, une intelligence « sociale », toute de flair psychologique, une intelligence « scientifique », qui intervient dans le maniement des notions mathématiques ou philosophiques : diversité qui exclut peut-être toute référence à une structure identique. De plus, il est parfois bien difficile de différencier ce qui, chez l'animal même, est affaire d'instinct, d'apprentissage ou d'intellection proprement dite : combien souvent nous mettons au compte des merveilles de la pensée animale des processus qui se révèlent à l'analyse le résultat d'un simple conditionnement! C'est pourquoi nous voudrions, au seuil de ces courtes études consacrées à l'intelligence animale, partir de quelques données précises qui se vérifieront en cours de route.

Conduites « intelligentes » : leurs caractères et les processus qu'elles impliquent. — Prenons le cas d'un animal quelconque, que nous appellerons A. Il se trouve pour la première fois dans une cage problème, et nous le supposerons physiquement capable de manœuvrer un dispositif d'ouverture S; en outre, une motivation, par exemple la faim jointe à la présence d'un appât extérieur S', le pousse à sortir. La situation est telle qu'aucun mécanisme instinctif permettant l'obtention directe de l'appât n'est adéquat : pour pouvoir répondre au stimulus absolu S', il faut d'abord répondre par un acte approprié au stimulus S. Si A a un standing psychologique peu élevé, il faudra qu'à force de *vivre* la contiguïté S'S un conditionnement s'établisse de telle sorte qu'il finisse par apprendre le nouveau style de conduite SR; mais s'il a un niveau psychologique élevé, il se pourra qu'après quelques tâtonnements, la nouvelle conduite se fixe d'un coup et définitivement : nous dirons que la relation S'S a été *aperçue* brusquement et que la réponse R à S est « intelligente ».

Nous voyons alors que, dans ce dernier cas :

1° la conduite intelligente se caractérise par la *rapidité* d'acquisition ou d'exploitation d'un tâtonnement heureux devant une situation *nouvelle* pour l'animal, et par le fait qu'elle met en relation une appréhension sensorielle et une activité motrice, étant donc ainsi d'ordre *sensori-moteur*;

2° elle implique des processus sur lesquels on n'est d'ailleurs pas toujours d'accord, d'ordre *perceptif* (A « voit autrement » S avant et après l'intellection), *mental* (« compréhension » des rapports entre S et S', « invention » de l'acte moyen R pour résoudre le problème), *mnémique* (souvenir de la réussite précédente permettant parfois un transfert de la solution).

Sensori-motrice, l'intelligence animale aurait donc peut-être quelque rapport avec l'intelligence concrète humaine, mais certainement point avec son intelligence abstraite; adaptation soudaine à une situation nouvelle et « imprévue », elle diffère fondamentalement de l'instinct et du dressage.

Intelligence et chutes brusques de courbes d'apprentissage. — Il arrive qu'au cours d'un lent apprentissage, un animal saisisse d'un coup la bonne réponse et élimine ainsi définitivement erreurs et essais tâtonnants : cela se traduit par une brusque chute dans le tracé continu de la courbe qui représente le progrès du dressage (fig. 1).

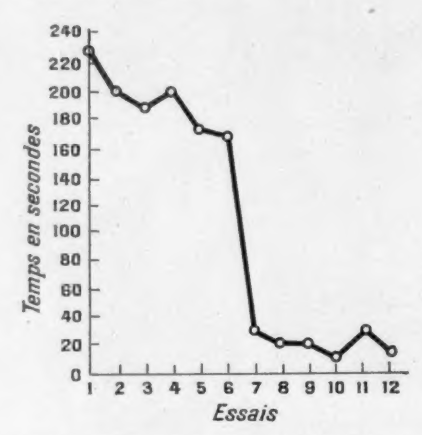


Fig. 1. — *Chute brusque dans le temps nécessaire à un rat pour ouvrir une boîte-problème.*

Les six premiers essais montrent un faible progrès ; au septième, progrès très marqué (D'après Maïer).

Alors que nul auteur ne rapporte d'observations de ce genre chez les oiseaux, plusieurs s'en sont fait l'écho en ce qui concerne le rat (soudain usage d'un raccourci dans le labyrinthe, selon Higginson, etc.), le chimpanzé (Yerkes et Hobhouse à propos du test du labyrinthe et de la boîte-problème), le chat enfin (Adams). Ce dernier cas est intéressant, car il pose la question des différences individuelles dans les aptitudes intellectuelles : Thorndike avait décrit le comportement du chat dans ses boîtes-problèmes comme un comportement typique d'apprentissage graduel par essais et erreurs, et en arguait qu'il n'avait aucunement la compréhension de ce qu'il faisait; reprenant la question, Adams s'aperçut que certains chats passaient un temps assez long à « observer » la situation, et qu'après une élimination progressive du temps et des erreurs, ils parvenaient brusquement à la consolidation d'une bonne solution. Ceci semble impliquer que la « solution intelligente » dépend chez ces animaux d'aptitudes autant individuelles que spécifiques.

Notons bien cependant que la chute brusque d'une courbe d'apprentissage n'est pas un phénomène *clair*, puisqu'elle intervient comme significative de l'intervention d'une conduite intelligente *au sein même* d'une conduite apprise. Aussi, les études faites à l'aide de tests où l'on tâche d'éliminer *a priori* la solution positive par learning, sont plus adéquates.

Intelligence et « détour ». — Les tests dits de « détour », inventés par Köhler, semblent bien être de cet ordre. Un animal motivé ira aussi directement que possible vers un objet-but satisfaisant; mais nous pouvons le mettre dans une situation

telle que le moyen d'approche direct soit bloqué, et qu'il ne puisse résoudre le problème qu'en prenant une voie indirecte et détournée : l'aperception soudaine de la voie sera le signe de l'intellection. Le détour peut, soit exiger un déplacement de l'organisme (détour de locomotion), soit un déplacement de de l'objet-but par rapport à l'organisme (détour de préhension). Le second cas est plus complexe que le premier, et d'ailleurs le premier peut être d'une difficulté variable.

Le *détour de locomotion* le plus simple est celui où le but et la voie d'accès sont visibles du point de départ et le restent pendant le détour : animal dans un parc grillagé à trois côtés, et l'appât en face du côté central; les poules ne résolvent pas ce problème, sauf accidentellement, alors que chats et chiens le résolvent très rapidement. Mais on peut se demander si cette épreuve *isole* vraiment la conduite intelligente, et si, malgré les précautions, un apprentissage naturel et quasi voulu potentiellement par l'instinct n'intervient pas ici. N'oublions pas, en effet, que tout animal a des « dispositions innées à apprendre » certaines voies pour satisfaire ses motivations (Tinbergen), et les détours simples sont trop aisément résolus par les Mammifères pour qu'ils ne ressortissent pas à cet apprentissage naturel, déjà présent au moment où l'expérimentateur croit placer l'animal devant une situation nouvelle pour lui.

Plus topique est l'imposition d'un détour où, but et voie restant visibles au point de départ, le but devient invisible pendant une partie du trajet : animal qui se trouve à un moment donné séparé du but, pendant le détour, par une paroi opaque; les chats résolvent moins bien ce problème que les chiens et les singes. Mais encore ici, il est difficile d'éliminer *a priori* la possibilité d'un learning latent.

Lorsque le but seul est visible du point de départ, la voie ne l'étant pas, et que le but lui-même disparaît durant une partie du trajet, nous nous rapprochons de l'expérience cruciale d'intelligence. Dans la fameuse épreuve de Maier sur les rats (fig. 2), un animal se trouvait placé pour la première fois devant une situation complexe (appât visible derrière un grillage au coin d'une table, lequel coin ne pouvait être atteint que par l'intermédiaire d'un chemin demandant escalade d'une ou de plusieurs tables) dont seulement des éléments lui étaient familiers, mais non l'ensemble. Certains sujets utilisèrent directement la voie détournée, bien qu'elle leur fût *offerte pour la première fois comme moyen* d'atteindre l'appât.

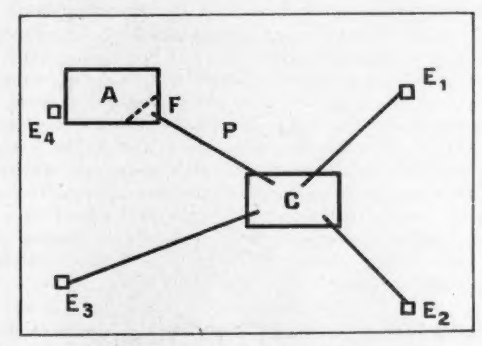


Fig. 2. — ***Test de « raisonnement » de Maïer pour les rats.***
On admet qu'il y a raisonnement quand les données de l'expérience sont recombinées de manière à fournir une solution nouvelle, qui n'aurait pu être découverte par dressage direct. La figure représente une pièce où se trouvent deux tables A et C, reliées au sol par des escaliers E_1, E_2, E_3 pour l'une, E_4 pour l'autre, et entre elles par la passerelle P. On apprend *d'abord* au rat à monter et à descendre de A par E_4. On lui apprend *ensuite* à monter et à descendre de C, à utiliser la passerelle allant en F. Puis on le place devant une situation nouvelle : on le place sur A, et on met un appât en F, derrière un grillage. S'il descend par E_4, rejoint C et atteint F, on dit qu'il a réalisé un détour impliquant la combinaison de deux expériences séparées, donc un raisonnement. Sa conduite est « intelligente »

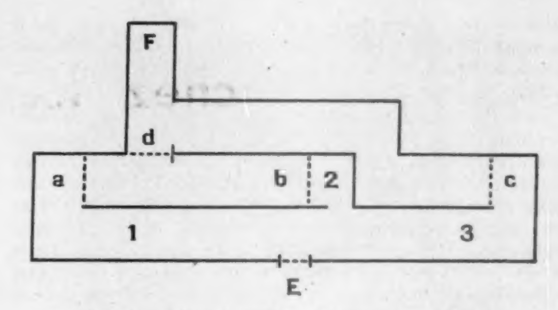


Fig. 3. — ***Test d'aptitude à effectuer un détour.***
Plan de l'appareil de Hsiao, tel que but et voie soient invisibles du point de départ, en éliminant la possibilité d'une solution par apprentissage, comme celles qui interviennent dans les épreuves utilisant un labyrinthe. Explications dans le texte.

Enfin, on peut imaginer un détour tel que but et voie (tout au moins une grande partie de la voie) soient invisibles au point de départ. Hsiao présente à ses rats, du point d'entrée E de son dispositif (fig. 3), trois chemins de longueurs différentes et tels que deux d'entre eux ont un élément commun, qui mènent à la nourriture (F); il habitue d'abord les animaux à prendre tantôt un chemin, tantôt l'autre, en fermant les deux autres, mais de telle manière que la voie 1 soit la plus fréquemment utilisée, puis la voie 2, enfin la voie 3; ensuite, dans l'expérience cruciale, on supprime les portes *a*, *b* et *c*, mais on ferme en *d* : dans ces conditions, l'animal va prendre la voie 1, puisque c'est la plus familière; mais trouvant *d* fermée, *s'il a remarqué la communauté d'issue des voies 1 et 2*, il choisira, non pas 2, mais 3, en revenant au point E. Effectivement, de nom-



Fig. 4. — ***Problème d'intelligence perceptive.***
L'appât est attaché à la chaîne aboutissant à gauche ; le singe doit « voir » l'élément valable à titre de moyen dans la situation totale.
(*Photo* Harlow).

breux sujets « comprennent » d'un coup cette situation, qui a été reprise avec quelques modifications par Tolman et Honzik (voir le schéma de leur appareil dans *La Nature*, novembre 1952, p. 343).

Selon Guillaume, les *détours de préhension* sont des problèmes-limites chez les Mammifères eux-mêmes. Ainsi on demandera (Guillaume et Meyerson) à un chimpanzé de ramener vers la cage où il se trouve un fruit placé à l'extérieur dans une petite caisse recouverte d'un treillis à la partie supérieure et dont une des parois latérales a été enlevée; le fruit doit être déplacé avec le doigt de maille en maille jusqu'à ce qu'il soit du côté ouvert et puisse être saisi; un enfant de 4 ans résoud facilement une situation de ce genre, mais le Chimpanzé échoue très souvent.

On peut aussi demander à l'animal testé de manipuler un objet par l'intermédaire d'un élément (ficelle, etc.), solidaire de l'objet. Mais, prenons garde, bien des animaux (oiseaux, rats, chats) sont capables d'attirer un objet par un tel intermédiaire : la difficulté commence lorsque les intermédiaires sont assujettis à des liaisons mécaniques qu'il doit percevoir. La figure 4 représente un singe fort pensif, car il se trouve en présence de deux ficelles dont l'une seulement va vers l'objet convoité : son intelligence se mesure à sa capacité de distinguer intentionnellement la bonne ficelle! Mais à peine aura-t-il, le cas échéant, fait preuve de son brillant, qu'on pourra le mettre en présence du problème de la « ficelle diagonale » (fig. 5), du « plateau tournant » (fig. 6), ou enfin du test de la « règle plate » (fig. 7) : dans ce dernier cas, il lui faudra au moins être un Anthropoïde pour comprendre qu'il faut *repousser* la branche de la règle dirigée vers la cage pour *rapprocher* l'appât ([1]).

Intelligence et « instruments ». — Bergson disait que l'intelligence était essentiellement la fonction de fabriquer et d'utiliser des outils. Les animaux normalement n'usent des objets comme instruments qu'à un degré minime, voire pas du tout. Pourtant Köhler décida d'essayer des expériences permettant de tester la capacité des animaux les plus proches de l'Homme à percevoir les relations entre un objet-instrument et un objet-but, soit qu'ils *utilisent* un instrument préexistant, soit qu'ils *construisent* un outil nécessaire.

Si dans les détours de préhension, l'intermédiaire fait corps avec l'objet, l'utilisation d'un instrument implique que, distinct de l'objet, il soit mis activement en rapport avec lui. Divers expérimentateurs ont établi que le chien, voire le raton laveur (Bierens de Haan) pouvaient utiliser sans aucun dressage une chaise, ou une caisse, comme « escabeau » en les transportant sous un appât trop haut placé. Les orangs de Yerkes sont, chose curieuse, très lents pour résoudre une situation de ce genre, mais les chimpanzés de Köhler n'hésitèrent pas à grimper sur son dos!

Seuls les Anthropoïdes en revanche ont l'idée d'utiliser ce que l'on désigne par le nom générique de « bâton » (branche, fil de fer, etc.) pour obtenir un objet désiré : le problème est en effet ardu, car il faut alors obtenir le déplacement de l'extrémité agissante du bâton pour conduire l'objet, l'attirer, le déplacer; il faut prendre des précautions contre la pesanteur, une chute éventuelle, contre les impulsions brusques, etc. Un cas typique, où apparaît toute la différence d'intelligence entre un singe inférieur et un singe supérieur, est le suivant : supposons que le bâton soit une canne à forme de crosse; si l'appât se trouve à l'intérieur de la crosse, un macaque ou un gibbon utiliseront la crosse, mais si l'appât est à l'extérieur et quelque peu éloigné, jamais ils ne dirigeront la canne vers lui, alors que l'orang et le chimpanzé résolvent aussi bien un cas que l'autre. Signalons d'ailleurs que le gorille est plus emprunté, ce qui

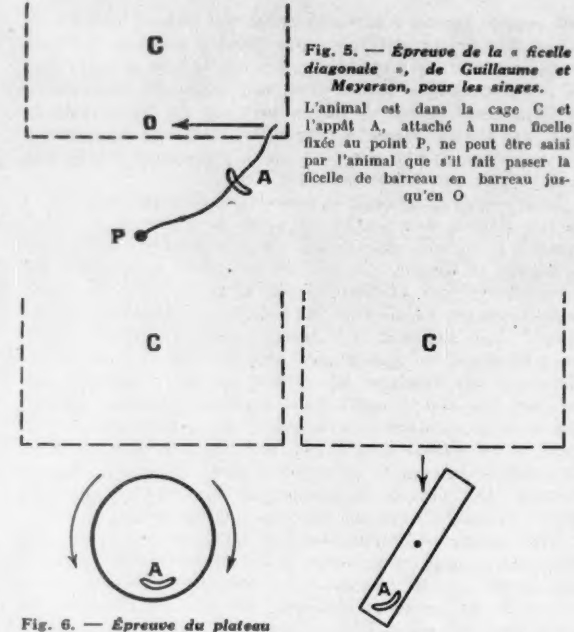


Fig. 5. — *Épreuve de la « ficelle diagonale », de Guillaume et Meyerson, pour les singes.*
L'animal est dans la cage C et l'appât A, attaché à une ficelle fixée au point P, ne peut être saisi par l'animal que s'il fait passer la ficelle de barreau en barreau jusqu'en O

Fig. 6. — *Épreuve du plateau tournant.*
Le singe, enfermé dans la cage C, doit passer la main entre les barreaux et faire tourner le plateau dans un sens ou dans l'autre pour obtenir l'appât A.

Fig. 7. — *Épreuve de la règle plate.*
Épreuve difficile, car pour obtenir l'appât, il faut *éloigner* le côté de la règle qui s'offre à la main.

fait affirmer à Guillaume qu'en fait seuls l'orang et le chimpanzé possèdent la technique du bâton. La preuve en est qu'eux seuls sont capables de transférer cette technique, en reconnaissant d'autres objets comme bâtons possibles, par exemple dans une tringle arrachée d'un verrou, une branche d'arbre, une planche d'un couvercle : signe que le bâton est bien « aperçu » comme moyen de solution générale. Et souvent plusieurs actes sont nécessaires pour préparer le nouvel outil, parfois le rectifier, selon l'ingéniosité expérimentale des expérimentateurs.

La figure 8 montre un singe qui construit un échaufaudage de caisses pour parvenir à décrocher une banane suspendue au plafond de sa cage; la figure 9 en montre un autre qui emmanche des roseaux les uns dans les autres pour que le bâton ait la longueur idoine. On conçoit la difficulté posée par la nécessité de cette fabrication d'instruments! Aussi bien Köhler note-t-il que la superposition de plusieurs caisses suppose, non seulement l'acte de rassembler, mais celui d'échafauder convenablement, lequel est souvent gauche et naïf : parfois l'animal tente de lever une caisse en se tenant sur l'autre... et il ne sait plus alors où se fourrer! Nous sommes là, il est vrai, aux limites extrêmes de l'intelligence animale.

Intelligence et « rapports sociaux ». — Les expériences précédentes ont en tout cas l'avantage de vérifier clairement la définition liminaire que nous donnions de l'intelligence : capacité de résoudre d'emblée des problèmes nouveaux par saisie de rapports de moyen à fin. L'animal qui utilise ou fabrique un bâton en « voit » le caractère fonctionnel, il agit comme s'il comprenait une relation de cause à effet, et c'est pour cela que sa réaction est brusque et définitive. Les animaux saisissent facilement, en général, des relations *spatiales* (détours de locomotion et de préhension); plus difficilement des relations *causales* (ouverture de cages, instruments) : observe-t-on chez eux

1. Voir le chapitre que nous consacrons aux singes dans notre *Psychologie des animaux*, Collection *Que sais-je?* P. U. F.

des conduites intelligentes impliquant la perception de relations *sociales ?*

Sans poser ici le problème de la vie sociale dans toute son ampleur, car nous y reviendrons, disons que la plupart des réactions des animaux les uns à l'égard des autres sont nativement déterminées, dans la mesure où ils sont des stimuli les uns pour les autres et où leurs réponses elles-mêmes sont des signaux amenant des réponses du « socius ». Les réponses acquises sont souvent en étroits rapports avec l'instinct : ainsi l'oiseau qui reconnaît individuellement ses petits. Expérimentalement, on a pu conditionner des animaux à répondre à des comportements de leurs congénaires non prévus par l'instinct. Mais y a-t-il des cas d' « intelligence d'autrui ? ». Il ne semble guère. Prenons en effet en exemple les conduites de *collaboration.*

On peut placer un animal dans une situation posant un problème qui ne peut être résolu que par l'association ou la mise en commun des efforts et du travail de plusieurs individus : il s'agit alors d'intégrer le « socius » dans la situation, comme élément nécessaire. Or, les expériences faites sur les singes pourtant par Crawford (chimpanzés) et Wolfe (macaques) et sur les rats par Daniel permettent d'assurer : 1° que les conduites de collaboration sont presque toujours le résultat d'un apprentissage et sont donc rarement des conduites « intelligentes »; 2° que, lorsqu'une réaction intelligente peut être supposée, par exemple, lors de la sollicitation d'un partenaire, le partenaire n'est que l'*instrument* permettant d'atteindre la fin désirée, il est saisi uniquement comme intermédiaire, non comme coopérateur.

Crawford, dans un premier type d'expérience, demandait à ses chimpanzés d'avoir l'idée de se mettre à deux pour lever une lourde porte menant vers un appât, et dans un second type (fig. 10) d'intervenir successivement et dans un ordre donné pour ouvrir un mécanisme. Il aboutit certes à des réussites, mais acquises après de telles répétitions qu'il concluait à l'intervention d'un simple apprentissage. De plus, même dans le cas de sollicitation, une fois l'habitude du recours à autrui établie, chaque animal réagissait en fait pour son propre compte,

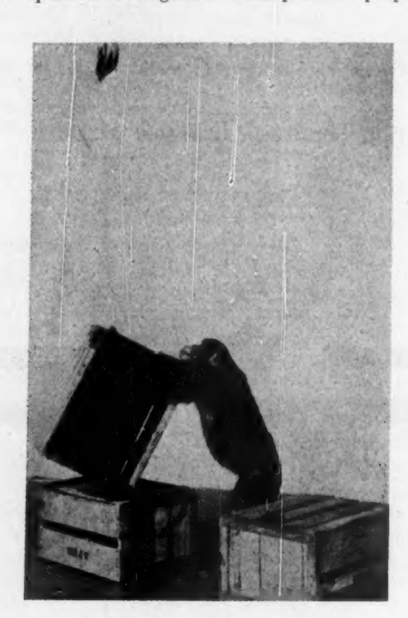
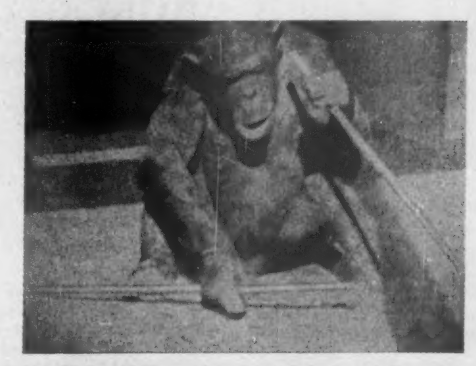
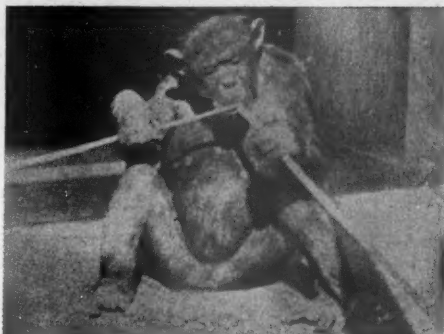


Fig. 8. — *Problème d'échafaudage de caisses.*
Le singe a découvert de lui-même ce procédé pour atteindre les bananes. (*Photo* Lilo Hess).





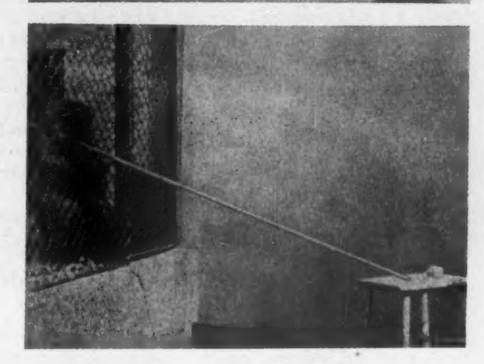


Fig. 9. — *Chimpanzé emmanchant des « bâtons » pour atteindre de la nourriture.*
Photos extraites d'un film de Huxley et Zuckermann (Munn, *Psychology*, Houghton Mifflin Cy).

« comprenant » simplement parfois le rôle d'outil du socius, mais le concevant comme tout aussi passif qu'un instrument quelconque, escabeau ou bâton (cas des singes de Köhler montant sur le dos de l'expérimentateur) et non pas comme source commune d'une même action.

On comprend dans ces conditions qu'il n'y ait pas à proprement parler d'aide intelligente, d'entr'aide véritable chez les animaux. Les vaches qui se lèchent l'une l'autre ont un comportement purement instinctif. Un des sujets de Köhler, voyant que l'échafaudage de deux caisses construit par un de ses compagnons ne permettait pas à celui-ci d'atteindre l'appât, s'empressa d'aller chercher une troisième caisse et de l'amener près de la construction : mais dans un pareil cas, l'intérêt et l' « aide » apportée au travail d'un autre ne doivent pas être regardés comme un geste *désintéressé*, mais bien comme une

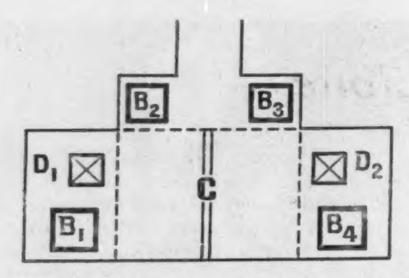


Fig. 10. — *Une des épreuves de Crawford pour chimpanzés.*
A l'extérieur, mais à portée de main d'une cage C pouvant être divisée en deux parties par une cloison amovible, quatre boîtes B_1, B_2, B_3, B_4 identiques présentent, fixés du côté faisant face à la cage, quatre panneaux colorés, interchangeables ; quand un mouvement de poussée est exercé *dans un certain ordre*, il est possible d'obtenir de la nourriture d'un appareil distributeur D placé au-dessous de la cage, à proximité des boîtes. Deux singes sont d'abord dressés séparément à repousser les panneaux dans le bon ordre. Ensuite, on met la cloison médiane et les deux animaux sont placés de part et d'autre. Chacun n'a accès qu'à deux boîtes et le succès dépend donc de leur collaboration : dans le cas où les panneaux doivent être poussés alternativement, on voit souvent l'un des singes solliciter l'autre par gestes.

réaction exprimant un besoin individuel à satisfaire, besoin déclanché par l'inachèvement d'un acte familier.

Il apparaît donc, en gros, que la collaboration consciente, intentionnelle, entre animaux est un problème qui dépasse leurs possibilités intellectuelles.

Intelligence « de laboratoire » et intelligence « naturelle » ; conclusions. — Tous les tests d'intelligence que nous avons rapportés nous incitent à être très prudents lorsque, dans la vie courante, nous sommes tentés de conclure qu'un animal familier se révèle comme particulièrement « intelligent ». Tout d'abord, il n'y a possibilité d'actes intelligents que chez les animaux supérieurs, probablement les seuls Mammifères. Ensuite, chez un individu d'une espèce donnée, l'apparition dans des conditions normales de réactions intelligentes est d'une extrême rareté. Bien heureux celui qui en observerait une véritable durant des mois d'observation patiente de son chat familier! N'oublions pas qu'il faudrait, avant d'affirmer positivement qu'une conduite donnée est « intelligente », être sûr : 1° qu'il ne s'agit pas d'une réaction instinctive; 2° qu'elle n'est le fruit d'aucun dressage spontané; 3° que la situation dans laquelle s'est trouvé l'animal est *nouvelle* pour lui; 4° que des *rapports* nouveaux de cette situation ont été appréhendés; 5° que tout autre processus mental qu'une invention est absolument à exclure. Les ouvrages commerciaux qui rapportent à qui mieux mieux des « histoires de bêtes » se contentent trop souvent à moindres frais et l'on comprend Lorenz écrivant dans l'avant-propos de son dernier ouvrage *Les animaux, ces inconnus*, quelle colère lui inspirent « les livres de bêtes, les histoires invraisemblables, stupides, menteuses, qu'on trouve maintenant dans toutes les librairies ».

Mais, dira-t-on, les tests d'intelligence rapportés par la psychologie scientifique sont des résultats de laboratoire : peut-être des animaux qui ne résolvent pas des tests de ce genre sont-ils susceptibles de résoudre des situations plus compliquées encore dans des conditions naturelles. Cela est vrai. Urbain, dans sa *Psychologie des animaux sauvages*, rapporte que les expériences de détour faites avec le jaguar n'ont en général donné que de piètres résultats, et pourtant, dans la vie naturelle, il est capable de faire des détours complexes et habiles. Cela prouve simplement que la psychologie de laboratoire seule ne peut prétendre nous décrire les possibilités intellectuelles d'un animal dans toute leur étendue. Mais cela n'implique aucunement que les critères de l'intelligence qu'elle a déterminés ne soient pas ceux qu'il faut toujours appliquer lorsqu'on observe un animal hors du laboratoire. Il n'y a pas deux intelligences, l'intelligence « naturelle » et celle « de laboratoire », il n'y en a qu'une. Nous connaissons ses caractéristiques : que suppose-t-elle exactement, quel type de « pensée » est sous-tendu par la conduite intelligente, c'est ce qu'il nous faudra examiner.

(*à suivre*).

JEAN C. FILLOUX,
Agrégé de l'Université.

Nouveau type d'arc électrique à très haute température

La température atteinte par les ions dans l'arc électrique n'est finalement limitée que par la dissipation produite par les gaz qui emportent la chaleur. Aussi le problème de la température maximum de l'arc est-il lié étroitement à la concentration de celui-ci dans un espace restreint.

On a déjà envisagé de concentrer l'arc, par des champs magnétiques ou par des procédés purement mécaniques, tels que de le faire éclater dans le canal d'un tube réfractaire, mais le produit réfractaire n'est pas transparent et il est détruit presque instantanément par la chaleur si l'on veut obtenir des résultats intéressants.

Maecker, à Kiel, a réalisé récemment un arc concentré dans le mince canal transparent formé par un tourbillon cylindrique d'eau qui s'échappe ensuite tangentiellement en refroidissant des joues en plexiglas qui guident le tourbillon. La figure 1 donne le principe du dispositif réalisé.

Maecker a atteint ainsi, dans un canal liquide de 1,4 mm de diamètre et de 13 mm de longueur, des densités de courant de 17 000 A/cm et des températures de 35 000° K. De tels arcs seront précieux pour les études spectroscopiques et celles du « plasma d'ions », qui interviennent dans tous les problèmes de décharges dans les gaz.

A. M.

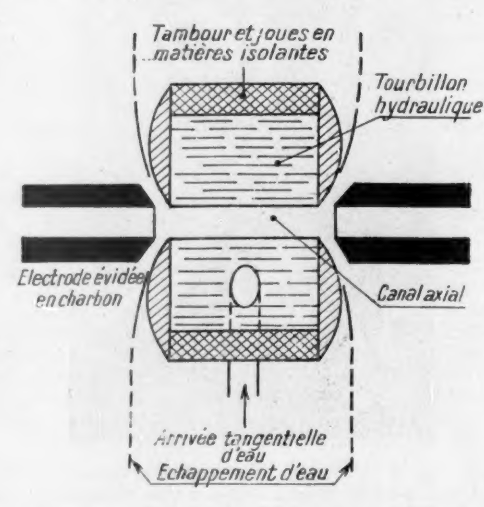


Fig. 1. — *Schéma du dispositif de Maecker.*

Une curieuse association : le Ver et l'Etoile

On connaissait déjà le ver de terre amoureux d'une étoile, audacieuse image d'un poète. Des zoologistes ont découvert la réalité d'une association ver et étoile : un ver marin attiré par une Étoile... de mer et récompensé par celle-ci, semble-t-il, de son attachement !

Le ver en cause est un Annélide, un Polychète errant, long de 4 à 5 cm; il a reçu le nom d'*Acholoe astericola* (Claparède) qui indique son habitat. On le trouve généralement dans la rainure ambulacraire d'une Étoile de mer, *Astropecten aurantiacus* Linné, et en même position chez quelques espèces voisines : *Astropecten irregularis* (Linck), sa variété *pentacanthus* et *Luidia ciliaris* (Philippi).

Le ver est d'une belle couleur orangée qui tourne au minium chez les femelles et au blanc chez les mâles, au moment de la maturité sexuelle; le corps compte plus de cent segments munis de soies dorsales courtes et de ventrales plus grandes; il se fragmente souvent dès qu'on le touche. Il porte des paires d'écailles ou élytres transparentes et il est phosphorescent. On le trouve en Méditerranée et aussi en Atlantique et en Manche.

L'associé, hôte sur lequel se trouve le ver, est une Étoile de mer, une Astérie de grande taille, pouvant atteindre de 50 à 55 cm de diamètre, de couleur orangée, *Astropecten aurantiacus*, qui vit en Méditerranée à d'assez faibles profondeurs, et sur les côtes de l'Atlantique, du Portugal à Madère. Dans nos régions et de la Norvège au Sénégal le ver vit sur une autre espèce plus petite, de 15 à 16 cm seulement de diamètre, *Astropecten irregularis*, qu'on peut ramasser sur les plages au niveau des basses mers et draguer plus bas jusqu'à 1 000 m. En Méditerranée, on a signalé l'*Acholoe* sur la variété *pentacanthus* de l'*Astropecten irregularis* et aussi chez une autre grande Étoile de mer à sept bras, *Luidia ciliaris*. Chez toutes, le ver se tient dans la même position, étendu dans un des sillons qui vont de la bouche à l'extrémité de chaque bras, sur la face ventrale.

L'association est connue depuis longtemps, puisque le nom spécifique donné au ver par Claparède, il y a près d'un siècle, évoque son attrait pour l'Astérie, et on la cite communément comme exemple de commensalisme. Les Étoiles de mer sont en effet carnivores; on sait comment elles ravagent les bancs d'huîtres et de moules qu'on veut élever en parcs, comme elles ouvrent les valves des coquilles en appliquant leurs bras sur les deux valves et faisant effort pour vaincre lentement la résistance musculaire du Mollusque qui finit par s'entrebâiller, après quoi il est perdu; l'Astérie dévagine son estomac, l'introduit dans la fente béante et enveloppe la masse des organes qu'elle digère; les déchets sont rejetés plus tard par la bouche. On imagine le ver logé dans sa rainure, la tête tournée vers la bouche de l'Étoile et se nourrissant ainsi sans effort. On voit moins bien ce qu'il offre à la communauté.

L'association est en tous cas fréquente et depuis 1950, Davenport a signalé la même sur la côte pacifique orientale, au Puget Sound, entre le Stelléride *Evasterias troschelii* et le Polychète *Arctonoe fragilis*.

L'excellent biologiste danois qu'est M. Gunnar Thorson a chaque année la charmante attention d'envoyer ses vœux à ses collègues et à ses amis sur une carte où figure une de ses curieuses observations biologiques, représentée avec précision par un dessinateur de talent, M. Poul H. Winter. L'année dernière, on eut ainsi connaissance de ses études faites au Sénégal, à Dakar, en avril 1952. Il y avait trouvé des *Astropecten irregularis* portant dans une de leurs rainures ambulacraires une *Acholoe astericola* fort active qui de temps à autre avançait jusqu'à la bouche de l'Étoile, y pénétrait, restait jusqu'à dix minutes, la tête plongée dans l'estomac de l'hôte sans que celui-ci réagît et ressortait à reculons sans aucun dommage. Qu'allait-elle faire dans cet antre plein de sucs digestifs actifs qui ne la gênaient pas ? Était-ce quelque besogne d'entr'aide, un service d'enlèvement d'ordures, par exemple, ou plus simplement une pâture d'aliments déjà digérés ? On attend avec impatience le prochain mémoire de M. Thorson pour discuter une fois de plus des frontières de l'association, du commensalisme, du parasitisme.

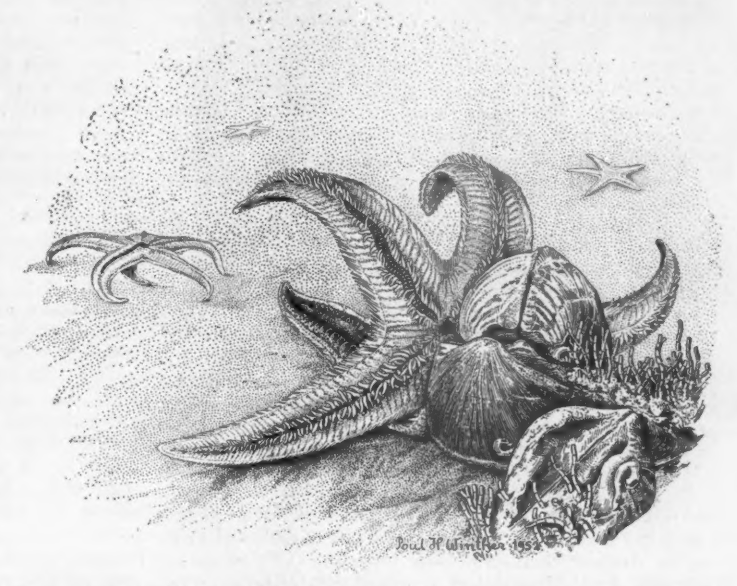


Fig. 1. — *Le Ver Polychète* Acholoe astericola *et l'Étoile de mer* Astropecten irregularis.
On les trouve à Dakar, associés très fréquemment. Ce ver, d'une vive couleur orangée, se tient dans un sillon ambulacraire radial de l'Étoile. De temps à autre, il avance vers la bouche et entre sa tête dans l'estomac pour se nourrir, comme on le voit au deuxième plan à gauche. Il peut y rester dix minutes.
(Dessin de Poul H. Winther).

Déjà, la question rebondit et voici que le *Journal of the Marine Biological Association* publie un mémoire de M. Demorest Davenport qui vient, au laboratoire de Plymouth, de rechercher les causes de l'attrait des deux animaux l'un pour l'autre. Il le croit de nature chimique, spécifique, dû à un corps chimique très instable et rapidement oxydé. C'est un autre aspect du problème qui mérite d'être encore approfondi.

René Merle.

Vers une nouvelle définition du mètre

Nous avons déjà eu l'occasion, dans ces colonnes, de signaler qu'une nouvelle définition de l'unité fondamentale de longueur était envisagée, et d'indiquer sur quelles bases pourrait reposer cette définition. Pourquoi une nouvelle définition du mètre ? Avant de répondre à cette question, un bref rappel historique situera le problème.

Lorsque le Système Métrique décimal fut institué en France par la loi du 18 germinal an III (7 avril 1795), l'unité fondamentale de longueur, le *mètre*, fut choisie comme représentant une fraction déterminée ($1/10^7$) du quart du méridien terrestre ; un étalon en platine, le *Mètre des Archives*, matérialisa cette unité fondée sur une référence *naturelle*, la Terre. Par la suite, en 1889, l'unité de longueur fut définie par la distance, dans des conditions spécifiées, de deux traits tracés sur une barre de platine iridié qui devint le *Mètre international*, déposé au Bureau international des Poids et Mesures, à Sèvres, prototype auquel toutes les mesures de longueur sont actuellement rapportées.

La référence naturelle était donc abandonnée à cette date, car on se rendit compte que toute nouvelle mesure du méridien aurait conduit, par suite de l'accroissement de la précision des opérations géodésiques entre autres, à une nouvelle valeur de l'étalon matériel (cette remarque s'applique également à l'unité de masse, le kilogramme, dont la définition première, masse d'un décimètre cube d'eau, fut abandonnée à la même époque). C'est ainsi qu'on a pu constater ultérieurement que la longueur du mètre actuel est d'environ 0,2 mm inférieure à la dix-millionième partie du quadrant terrestre, définition originale du mètre.

A partir du moment où l'on se référait uniquement à un étalon arbitraire (matériel), une règle en platine iridié, une telle différence n'avait plus aucune importance. Mais jusqu'à quel point la permanence de cet étalon pouvait-elle être assurée ?

De 1889 à nos jours, la permanence de l'étalon du mètre a été confirmée dans les limites actuelles de la précision des mesures de longueurs à traits, c'est-à-dire environt le dixième de micron pour un mètre (10^{-7} en valeur relative). Peut-on affirmer que cette stabilité ne serait pas mise en doute avec de nouveaux moyens de mesure (tel le microscope photoélectrique) permettant d'approcher le centième de micron ?

Dans le même ordre d'idées, n'a-t-on pas mis en évidence d'une façon certaine, au cours de ces dernières années, la diminution de longueur progressive de l'étalon du yard ? Cet étalon, construit en 1845 sous la forme d'une barre en « bronze à canon », métal considéré à l'origine comme devant offrir toutes les garanties d'invariabilité, s'est en effet raccourci de 1,7 μ (2.10^{-6} en valeur relative) en 52 ans, sans qu'aucun signe de ralentissement de cette diminution se manifeste. Dans ces conditions, ne devait-on pas envisager de revenir, pour l'unité de longueur, à une définition faisant appel à un étalon naturel pouvant être reproduit à volonté en tous lieux, alors que l'étalon arbitraire, sujet à des variations inévitables, est nécessairement conservé en un lieu déterminé et soumis aux risques de destruction ?

Le physicien anglais J. C. Maxwell critiquait déjà en 1859 le caractère matériel de l'étalon du yard : « Un étalon, tel qu'il est actuellement compris en Angleterre, n'est pas un véritable étalon ; c'est une barre de métal portant des traits délimitant le yard et conservée quelque part dans la « House of Commons ». Si la « House of Commons » prend feu, c'en sera fini de votre étalon. Une copie d'un étalon ne peut jamais être un véritable étalon, parce qu'aucun travail de la main de l'homme n'est parfait. De plus, votre soi-disant étalon conservera-t-il une longueur constante ? Il changera certainement avec la température et probablement dans le temps (c'est-à-dire par réarrangement ou mise en ordre des molécules de ses constituants), et je ne suis pas sûr qu'il ne changerait pas suivant l'azimut sous lequel il est utilisé. En tous cas, vous devez constater que c'est même un étalon impraticable, parce que si, par exemple, quelqu'un d'entre vous allait dans les planètes Mars ou Jupiter, et si les habitants de ces planètes vous demandaient quel est votre étalon de mesure, vous ne pourriez pas leur répondre, vous ne pourriez reproduire votre étalon et vous resteriez très embarrassé. Tandis que si vous pouviez dire à un physicien compétent de Mars ou de Jupiter que vous utilisez un étalon naturel invariable, tel que la longueur d'onde de la raie D du sodium, ce physicien serait à même de reproduire votre yard ou votre inch, pourvu que vous puissiez lui dire combien de telles longueurs d'onde sont contenues dans votre yard ou votre inch ; et votre étalon serait ainsi disponible et utilisable en un lieu quelconque de l'univers où le sodium est présent [1] ».

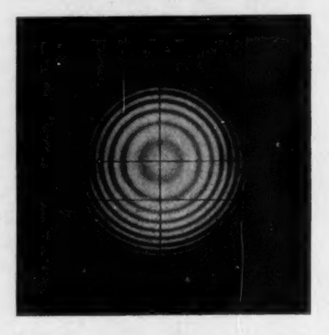


Fig. 1. — *Aspect d'un phénomène d'interférence.* Anneaux à l'infini obtenus entre les deux miroirs interférents de l'interféromètre de Michelson. Le passage d'un anneau à l'autre correspond à une variation d'une longueur d'onde (λ) du chemin parcouru par la lumière.

En 1870, le même physicien critiquait également la base naturelle adoptée par les créateurs du Système Métrique et précisait ses vues sur l'étalon naturel de longueur : « ... Après tout, les dimensions de la terre et la durée de sa rotation, si elles paraissent invariables dans la mesure où nous pouvons le contrôler, ne le sont pas pour une raison physique nécessaire. La terre pourrait se contracter en se refroidissant, ou grossir par un dépôt de météorites qui tomberaient sur elle, ou sa vitesse de rotation pourrait se ralentir progressivement [2], elle n'en serait pas moins une planète comme auparavant. Mais une molécule, d'hydrogène par exemple, si sa masse ou sa période de vibration venait à changer si peu que ce fût, ne serait plus une molécule d'hydrogène. Si donc nous voulons des étalons de longueur, de temps et de masse d'une permanence absolue, nous devons les chercher, non pas dans les dimensions, ni dans le mouvement ou la masse de notre planète, mais dans la longueur d'onde,

1. Cité par Sir David Gill, *British Association for the Advancement of Science*, Leicester, 1907.

2. Là encore, Maxwell avait raison. Voir l'article qui suit celui-ci, p. 36.

la période de vibration ou la masse de ces molécules qui sont impérissables, inaltérables et parfaitement semblables [1] ».

Ces idées avancées, qui furent plutôt accueillies à l'époque avec un certain sourire, prévalent maintenant.

L'idée de rattacher l'unité de longueur à une grandeur émanant d'un phénomène physique offrant toutes les garanties de permanence est déjà ancienne : la proposition de choisir une longueur d'onde lumineuse [2] comme étalon primaire de longueur, attribuée au physicien français Jacques Babinet, date en effet de plus de 125 ans. Mais les connaissances scientifiques dans le domaine de la spectroscopie n'étaient pas suffisamment développées à cette époque pour que cette proposition pût être retenue.

Ce n'est que plus tard, à la suite des travaux interférométriques de A. A. Michelson et de la première détermination de la longueur d'onde de diverses raies du cadmium en fonction du mètre (A. A. Michelson et J. R. Benoît, 1892) que se précisèrent les possibilités d'utilisation des longueurs d'onde lumineuses comme étalons de longueur. En 1927 enfin, la VIIe Conférence générale des Poids et Mesures sanctionnait la valeur de la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium : $\lambda_{Cr} = 0{,}643\,846\,96 . 10^{-6}$ m, étalon fondamental des mesures spectroscopiques.

Depuis un quart de siècle, le Comité international des Poids et Mesures a été saisi, à diverses reprises, de demandes en vue de faire sanctionner par la Conférence générale une nouvelle définition du mètre fondée sur une longueur d'onde lumineuse ; aucune suite positive n'avait été donnée jusqu'à maintenant à ces demandes.

Devant le développement des mesures interférentielles et nos connaissances plus approfondies de la structure des radiations lumineuses, devant le besoin d'une précision accrue dans les mesures et surtout les réalisations récentes de sources de lumière dont les radiations présentent des qualités métrologiques encore jamais atteintes, la IXe Conférence générale des Poids et Mesures adoptait, en 1948, une résolution qui reconnaissait dans les raies spectrales de certains éléments nouveaux la possibilité de retrouver pour l'unité de longueur une « base naturelle » qui aurait une très haute précision. Si aucune position précise n'était encore prise, on se rendait toutefois compte que l'étude de cette importante question entrait dans sa phase finale, en vue d'une décision prochaine. Et en 1952, le Comité international des Poids et Mesures instituait un *Comité consultatif pour la définition du Mètre* chargé d'examiner les divers aspects du problème et de formuler les recommandations découlant de cet examen.

Ce comité, composé de 17 physiciens et métrologistes appartenant à 11 nations, s'est réuni au Bureau international des Poids et Mesures, à Sèvres, en septembre 1953. Les résultats de ses travaux ont abouti au vote de diverses propositions dont nous résumerons l'essentiel.

Fig. 2. — *Sources de lumière pour longueur étalon.*

A et B, types de sources de lumière contenant un nuclide d'un élément dont l'excitation fournirait, sous forme d'une radiation lumineuse, l'étalon naturel de longueur (A, lampe à krypton 84 ; B, lampe à mercure 198) ; C, lampe de Michelson utilisée pour la production de la raie rouge du cadmium dont la longueur d'onde constitue actuellement l'étalon fondamental des mesures spectroscopiques.

Le Comité estime que le moment est venu d'envisager favorablement une nouvelle définition du mètre basée sur la longueur d'onde d'une radiation lumineuse, afin d'assurer à l'unité de longueur une précision plus élevée de sa définition, et de conférer un caractère incontestable d'*universalité* et d'*indestructibilité* à son étalon.

Le Comité considère que le mètre devrait être défini, lorsque le moment sera venu, par la longueur d'onde d'une radiation lumineuse se propageant dans le vide, la source de la radiation et l'observateur étant en repos relatif. Cette radiation serait spécifiée par deux termes spectraux d'un atome qui ne serait soumis à aucune influence perturbatrice, et dont le spectre serait dépourvu de structure hyperfine.

Afin d'assurer à l'unité de longueur une continuité aussi parfaite que possible, la valeur sanctionnée en 1927 pour la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium servira d'intermédiaire lors du passage à la définition envisagée.

Pour ce qui concerne le choix de la radiation étalon présentant les qualités métrologiques les meilleures, le Comité ne s'est pas cru encore suffisamment documenté pour émettre une proposition ferme (signalons que les

1. Cité par J. Terrien, Le mètre sera-t-il remplacé par une longueur d'onde lumineuse ? *La Revue Française*, n° 41, oct.-nov. 1952, p. 21.

2. Rappelons au sujet de la longueur d'onde lumineuse ce que nous écrivions dans un de nos précédents articles (*La Nature*, supplément au n° 3176, décembre 1949, p. 398). La lumière est une perturbation périodique qui se propage à la vitesse d'environ 300 000 km/s et une radiation monochromatique, élément simple de tout rayonnement lumineux, est caractérisée par la période T (ou la fréquence 1/T) de ses ondulations et par sa vitesse de propagation V ; ces deux quantités sont liées par la relation $= VT, \lambda$ λ représentant la longueur dont se propage la lumière pendant une période, c'est-à-dire la distance séparant deux ondulations successives. Cette distance λ, désignée pour cette raison sous le nom de *longueur d'onde*, s'échelonne dans le spectre visible, entre 0,4 et 0,7 millième de millimètre. Si l'on disperse, au moyen d'un prisme, la lumière donnée par certains gaz ou vapeurs à basse pression, on a un spectre de raies fines ; en isolant l'une d'elles, on obtient une lumière monochromatique qui présente une longueur d'onde bien définie que l'on peut déterminer avec une très grande précision à l'aide des phénomènes d'interférence (fig. 1).

radiations proposées étaient celles émises par les nuclides 112, 114 ou 116 du cadmium, 84 ou 86 du krypton et 198 du mercure).

En résumé, si le principe d'un changement de la définition du mètre est admis, aucune décision définitive n'est encore prise (le Comité consultatif n'avait du reste aucun pouvoir dans ce sens). Des études seront poursuivies dans les grands laboratoires nationaux et au Bureau international des Poids et Mesures avant qu'une nouvelle définition de l'unité fondamentale de longueur soit sanctionnée ; le changement n'interviendrait donc pas avant quelques années.

L'unité fondamentale de longueur sera toujours le mètre, qui deviendrait égal à un certain nombre de longueurs d'onde d'une radiation lumineuse. Un point important est le processus recommandé pour que le passage à la définition envisagée conserve à l'unité de longueur sa valeur actuelle.

Quant à la définition elle-même et bien qu'aucun texte n'ait été encore retenu, il est à craindre que, du point de vue pédagogique, elle n'apparaisse quelque peu abstraite ; c'est un aspect de la question sur lequel le Comité consultatif ne s'est évidemment pas arrêté. Ne sera-t-on pas conduit à prévoir deux définitions, l'une purement scientifique et métrologique, l'autre simple, à la portée de l'intelligence des jeunes écoliers et aussi facile à saisir que la définition actuelle par la barre de platine iridié ?

Quel sera enfin le sort réservé à l'étalon actuel du mètre ? Sans se prononcer définitivement sur la situation future du Mètre international, qui perdrait évidemment son rôle d'étalon primaire, on peut penser qu'il irait rejoindre son prédécesseur, le Mètre des Archives, comme pièce historique. Mais, quelles que soient les décisions prises, les étalons à traits seront toujours nécessaires et les mètres en platine iridié, rénovés quant à leur tracé, continueront à jouer un rôle important comme étalons de premier ordre.

Telle est la situation présente d'un changement qui, une fois réalisé, dotera les peuples d'un étalon de longueur « atomique », conséquence des progrès d'une ère que l'on a déjà qualifiée elle aussi d'atomique.

HENRI MOREAU,
Bureau international
des Poids et Mesures.

LE RALENTISSEMENT DE LA TERRE
oblige à définir une nouvelle unité de temps

Au cours de sa dernière réunion tenue à Rome, l'Union astronomique internationale a décidé d'abandonner la seconde actuelle, 1/86 400 du « jour moyen », pour la remplacer par une nouvelle seconde très légèrement plus grande, la *chronie*, qui deviendra la 1/86 400 du « jour nouveau », fraction déterminée (1/365,256 362 74) de l'année sidérale pour 1900.

Cette décision, qui ne deviendra effective qu'après son adoption officielle par les différents États, a été prise à la suite des observations qui ont mis en évidence le ralentissement séculaire du mouvement de rotation de la Terre et la lente augmentation subséquente de la durée du jour. Ce ralentissement se traduit par un retard de 0,003 s par an, soit 30 s par siècle ou 50 mn en mille ans. Il en résulte qu'en 1953 le jour est déjà plus long d'un millième de seconde environ que celui de 1900 choisi comme étalon.

Les répercussions de ce ralentissement sont particulièrement sensibles pour les observations astronomiques, telles que le calcul de l'heure d'une éclipse survenue il y a deux mille ans ou la détermination d'un phénomène futur.

De nombreux phénomènes peuvent influer sur la vitesse de rotation de la Terre, en particulier tous ceux qui modifient son moment d'inertie. A cet égard, les bouleversements géologiques doivent avoir des effets qui, dans l'ensemble et à longue échéance, se compensent. La chute des météorites, augmentant la masse du globe et venant en majorité de l'est, doit agir dans le sens du ralentissement. Mais cette action doit être insignifiante en regard de celle des marées.

On sait comment on explique que la Lune nous présente toujours la même face. Quand notre satellite était encore à l'état fluide, l'attraction de la Terre y déterminait des marées gigantesques et l'énergie dissipée dans les frottements des masses en mouvement était entièrement empruntée à l'énergie de rotation. Tous les satellites assez rapprochés ont ainsi ralenti leur mouvement jusqu'à ce que leur durée de rotation fût devenue égale à leur durée de révolution. Mercure et peut-être Vénus montrent toujours la même face au Soleil.

Les marées des océans causées par la Lune sur la Terre dissipent également une énergie entièrement empruntée à l'énergie de rotation de notre globe. Cette dissipation, infime dans les océans, est plus considérable sur les côtes, surtout dans les mers étroites et les côtes découpées. Telle est la cause principale du ralentissement de la Terre.

Les usines marémotrices allongeront-elles encore le jour ?

L'homme va-t-il contribuer lui-même à accentuer ce ralentissement ? D'une étude récente de M. Gibrat sur les usines marémotrices et leurs conditions de fonctionnement, il résulte que l'énergie que prélèveront les cycles marémoteurs aux points où seront installés les barrages sera une fraction non négligeable de l'énergie globale que la marée dissipe en frottements liquides. Ainsi il y aura influence de l'installation de l'usine sur le régime des marées dans la région avoisinante.

D'autre part, la puissance moyenne dissipée par les marées à la surface de la terre est estimée par M. Gibrat être de l'ordre du milliard de kilowatts : c'est à peu près celle que l'homme utilise déjà pour sa propre consommation. Si donc il veut retirer de la mer par des équipements suffisants une part notable de l'énergie qu'elle doit à l'attraction de la Lune et du Soleil, il sera conduit à freiner de façon mesurable le mouvement de la Terre. M. Gibrat conclut que si l'on veut doubler les ressources actuelles en recourant aux marées, système qui paraît l'un des plus rentables parmi les nouvelles sources d'énergie, on sera conduit à sacrifier un jour de notre existence tous les 2 000 ans !

La conduite " avancée " des véhicules



Fig. 1. — *Attelage de six chevaux dans le « campo » argentin* (*Photo* Marcel Valotaire).

Évidemment, le conducteur d'une voiture doit être installé à l'avant pour voir la route; mais comme il masque alors le paysage aux voyageurs qu'il transporte, les Anglais n'hésitèrent pas, dans le « cab », à placer le cocher à l'arrière, en position surélevée. Le cab n'est plus aujourd'hui qu'une curiosité londonienne et tous les véhicules actuels ont leur poste de commande à l'avant.

Les transports automobiles ne cessent de croître en toutes dimensions; la puissance des moteurs, la qualité des bandages de roues et aussi celle des revêtements routiers permettent d'augmenter les charges et seules la largeur des routes, la hauteur des ponts, le rayon des courbes conditionnent les silhouettes de voitures actuelles. Les « poids lourds » grandissent en tonnage utile, en capacité, et on cherche depuis peu à augmenter encore leur volume utile en le prenant sur la cabine du conducteur; celle-ci serait surélevée et en porte-à-faux, en avant des roues; on y gagnerait de l'espace pour augmenter le chargement et on dégagerait la visibilité de la route. Au moment où l'on étudie cette solution, un de nos lecteurs, M. Marcel Valotaire, nous envoie de République Argentine la curieuse photographie que nous publions, accompagnée de ce commentaire :

« Dans la campagne argentine, dans le « campo », on peut voir encore employés aujourd'hui, surtout pour le transport des sacs de céréales, de puissants et lourds chariots de conception très ancienne, portant le nom de « chatas », attelés communément de six chevaux et plus, et qui sont véritablement des véhicules à cabine avancée. La photographie ci-jointe est plus parlante que de longues descriptions; elle a été prise au moment où les chevaux démarraient dans un bel effort en soulevant le sable de la route. Le conducteur est bien placé sur le siège de sa « cabine avancée » pour diriger son attelage avec l'habileté d'un vieil homme du « campo ».

Dinosauriens sahariens

Dans une note présentée à l'Académie des Sciences par M. Charles Jacob (*C. R.*, t. **236**, 1953, p. 1905), M. Albert F. de Lapparent vient de faire connaître toute une faune de reptiles et de poissons fossiles qu'il a découverte récemment en plein Sahara, au sud du Hoggar, au puits d'Ibn Abangarit, à 600 km au sud de Tamanrasset, sur la piste qui traverse de maigres pâturages où nomadisent des Touaregs. Déjà, en 1951 et 1952, le capitaine L. Archier avait remarqué sur le sol en cet endroit des restes de reptiles.

Les plus curieux sont ceux de Dinosauriens de l'espèce *Megalosaurus saharicus* dont M. de Lapparent a trouvé divers os, notamment 150 dents longues de 10 à 13 cm qui donnent à penser que ces animaux carnivores devaient abonder et que leur taille pouvait approcher de celle des gigantesques reptiles du crétacé d'Amérique. Un autre Sauropode herbivore est fréquent dont il a été recueilli de nombreux os longs, des vertèbres, une grosse griffe et plusieurs omoplates de 1 m. On a encore trouvé des plaques d'une grande tortue, quelques pièces d'une espèce plus petite, des centaines de dents et six squelettes assez complets d'un crocodile, des dents, des vertèbres, des écailles de plusieurs poissons dont un *Ceratodus* nouveau. Les points les plus fossilifères semblent être d'anciens deltas fluviatiles où les ossements ont été entraînés. Les gisements s'étendent sur 600 km² et révèlent d'un coup l'existence d'une faune de Vertébrés variés ayant probablement vécu dans des marécages au cénomanien.

LE CIEL EN FÉVRIER 1954

SOLEIL : du 1er au 28 sa déclinaison croît de $-17°19'$ à $-8°15'$; la durée du jour passe de 9^h23^m le 1er à 10^h53^m le 28 ; diamètre apparent le 1er = 32'30",6, le 28 = 32'25",6. — **LUNE :** Phases : N. L. le 3 à 15^h55^m, P. Q. le 10 à 8^h29^m, P. L. le 17 à 19^h17^m, D. Q. le 25 à 23^h29^m ; *périgée* le 6 à 6^h, diamètre app. 32'46" ; *apogée* le 22 à 7^h, diamètre app. 29'28". Principales conjonctions : avec **Vénus** le 3 à 20^h, à 3°27' S. ; avec **Mercure** le 4 à 21^h, à 4°29' S ; avec **Jupiter** le 12 à 6^h, à 3°30' S. ; avec **Uranus** le 14 à 18^h, à 0°7' N. ; avec **Neptune** le 22 à 19^h, à 7°22' N. ; avec **Saturne** le 23 à 22^h, à 7°51' N. ; avec **Mars** le 26 à 5^h , à 4°20' N. Principales occultations : de 23 *Taureau* (mag. 4,2) le 10, immersion à 23^h11^m,2 ; de 27 *Taureau m* (mag. 3,8) le 11, immersion à 0^h36^m,4 ; de α *Scorpion* (Antarès, mag. 1,2) le 26, immersion à 2^h37^m,3, émersion à 3^h14^m,1. — **PLANÈTES : Mercure,** plus grande élongation du soir le 13, à 17^h, à 18°8' E. du Soleil ; **Vénus,** inobservable ; **Mars,** dans le *Scorpion*, visible le matin, passe au méridien le 5, à 6^h33^m, diamètre app. 6",8 le 15, en conjonction avec β_1 *Scorpion* (mag. 2,7) le 14 à 11^h, l'étoile à 0°9' N. ; **Jupiter,** dans le *Taureau*, visible la plus grande partie de la nuit, passe au méridien le 5 à 19^h50^m, diamètre polaire apparent 39",2 le 15 ; **Saturne,** entre la *Vierge* et la *Balance*, visible dans la seconde partie de la nuit, diamètre polaire app. le 15 : 15",8, anneau : gr. axe 39",6, petit axe 12",8 ; **Uranus,** dans les *Gémeaux*, observable toute la nuit, passe au méridien le 5 à 0^h27, position le 15 : $7^h30^m49^s$ et + 22°18', diamètre apparent 3",8 ; **Neptune,** dans la *Vierge*, observable le matin, position le 15 : 13^h39^m et $-8°28'$, diamètre apparent 2",4. — **ÉTOILES VARIABLES :** Minima observables d'*Algol* (2^m,3-3^m,5) le 3 à 17^h,0, le 15 à 4^h,2, le 18 à 1^h,0, le 20 à 21^h,8, le 23 à 18^h,6 ; minima de β *Lyre* (3^m,4-4^m,3) le 3 à 5^h,2, le 16 à 3^h,5. — **ÉTOILE POLAIRE :** Passage inférieur au méridien de Paris : le 5 à $4^h42^m37^s$, le 15 à $4^h3^m8^s$, le 25 à $3^h23^m37^s$.

Phénomènes remarquables. — Rechercher Mercure le soir, dans le crépuscule ; se couche 1^h45^m environ après le Soleil le 13. — Observer le **rapprochement de Mars et de β_1 Scorpion** le matin avant l'aube le 14 ; l'**occultation d'Antarès** le 26 au matin, de 2^h37^m,3 à 3^h14^m,1. — **Lumière cendrée de la Lune** le soir, les 6 et 7, et le matin aux derniers jours du mois. — **Lumière zodiacale** le soir, à l'Ouest, après le crépuscule, en l'absence de la Lune.

G. Fournier.

Interrupteurs fonctionnant par approche ou par éloignement d'un objet

La revue *E. T. Z.* du 21 septembre 1952 décrivait trois types d'interrupteurs construits pour fonctionner si un objet s'en approche ou s'en éloigne de moins de 2 m, permettant ainsi de déclencher ou d'enclencher un circuit à volonté sans que l'interrupteur soit accessible et de réaliser automatiquement des couplages quelconques.

Les interrupteurs signalés sont de types magnétiques (un aimant permanent crée un champ qui, s'il est perturbé, provoque le fonctionnement de l'interrupteur), électromagnétiques (emploi de systèmes à pont équilibré, à résonance, à induction mutuelle, à battements), ou électriques (utilisation des variations de capacité d'un circuit pour actionner l'interrupteur avec un système à résonance ou à pont). Ils sont utilisés, entre autres applications, pour la commande des circuits de protection, de publicité lumineuse ou sonore, pour l'ouverture des portes, la mise en marche automatique des tapis roulants...

L'évaporation dans le vide et l'industrie chimique

L'évaporation dans le vide est de pratique courante dans l'industrie chimique pour les produits instables à chaud tels que les matières protéiques, les antibiotiques, les produits opothérapiques et de nombreux corps organiques.

Actuellement, la technique de l'évaporation dans le vide à très faible pression s'étend à des produits de gros tonnage : aux solutions de chlorure de magnésium, de soude caustique, aux protéines végétales et animales pour la fabrication des fibres artificielles, aux liqueurs sulfitiques résiduaires de la fabrication des pâtes de bois, à la concentration de l'acide phosphorique, etc. En effet, en dehors de l'économie d'énergie calorifique nécessaire à la concentration, on a pu observer une réduction très sensible de la corrosion des appareils. Elle est due à ce que les concentrations sous haut vide sont réalisées à basse température. L'attaque chimique du matériel devient beaucoup moins sensible et la durée de l'appareillage est sensiblement prolongée.

LES LIVRES NOUVEAUX

La photoélectricité et ses applications, par V. Z. Zworykin et E. G. Ramberg. 1 vol. in-8°, 476 p., 389 fig. Dunod, Paris, 1953. Prix : relié, 4 250 F.

Le domaine de la photoélectricité est devenu considérable. Il s'étend maintenant à presque toutes les activités industrielles, par le développement des commandes automatiques, l'extension de la télévision et du cinéma parlant. Cet ouvrage de deux spécialistes d'Outre-Atlantique offre une étude bien à jour, théorique et pratique de cet important chapitre de l'électronique. La première partie de l'ouvrage traite des principes et de la construction des appareils photoélectriques, la seconde de leurs multiples applications. Ce livre apporte une documentation très complète aux ingénieurs, aux techniciens et aux nombreux utilisateurs des cellules photoélectriques.

Les circuits de contrôle électronique dans l'industrie. 1 vol. 15×25, 352 p., 270 fig. Dunod, Paris, 1953. Prix : relié, 2 950 F.

Les commandes électroniques prennent une extension considérable dans presque toutes les industries. Les ingénieurs et techniciens qui ont à les utiliser et à les entretenir ont à s'adapter à ces techniques nouvelles. Ils trouveront dans le présent ouvrage, exposés par un spécialiste américain, les principes de fonctionnement des éléments employés dans les appareils et les circuits de base. Ils peuvent être assemblés pour former une variété infinie de circuits complets. L'ouvrage est allégé de toute formule mathématique qui ne serait pas indispensable à la compréhension. Il comporte des exemples typiques de commandes électroniques choisies parmi des réalisations industrielles éprouvées. Les ingénieurs, les techniciens, les radioélectriciens, les étudiants trouveront exposées toutes les possibilités que peut offrir une technique dont on peut prévoir une expansion illimitée.

Modern mass spectrometry, par G. P. Barnard. 1 vol. 15×25, 326 p., 153 fig. Institute of Physics, Londres, 1953. Prix : relié, 50 sh.

Cet ouvrage traite de l'emploi scientifique et industriel du spectrographe de masse. On y trouve un exposé général de sa théorie et de sa technique. Une seconde partie est consacrée aux applications en physique, chimie et industrie, notamment aux emplois maintenant courants en analyse des hydrocarbures, en cinétique chimique, en étude des structures moléculaires et en application des isotopes en atomistique, biochimie, géologie et technique industrielle. Excellent instrument de travail, qui comporte une liste de 400 références permettant de se reporter aux mémoires originaux.

Physique industrielle, par J. Izard. Aide-Mémoire Dunod. 1 vol. 10×15, 488 p. Dunod, Paris, 1953. Prix : 480 F.

Dans cette 29e édition, les chapitres relatifs à l'industrie du froid, au chauffage central et au conditionnement des locaux ont été développés et mis à jour. L'ensemble de l'ouvrage a d'ailleurs été remanié et augmenté, notamment en ce qui concerne l'abondante documentation numérique qui caractérise l'ouvrage. Cet aide-mémoire est un outil de travail indispensable aux ingénieurs, aux techniciens et aux bureaux d'études.

Pratique du percement des tunnels, par H. W. Richardson et R. S. Mayo. 1 vol. 16×25, 514 p. Dunod, Paris, 1953. Prix : 4 900 F.

Cet ouvrage traduit de l'américain expose la technique spécifique de réalisation des tunnels. Toutes les opérations sont décrites avec leurs variantes et en tenant compte des progrès dus à l'apparition du matériel le plus moderne. Le texte est illustré de nombreux schémas et photographies. Ce traité très complet s'adresse aux ingénieurs chargés de l'étude et de la réalisation d'équipements hydroélectriques, de travaux publics, de chemins de fer, aux ingénieurs des mines, aux ingénieurs militaires. Il guidera utilement les entrepreneurs, les conducteurs de chantiers et tous ceux qui ont à participer à l'exécution de travaux en galeries.

La machine-outil. Publié sous la direction de A. R. Métral. Tome I. 1 vol. 19×27, 348 p., 250 fig. Tome IV. 1 vol. 19×27, 360 p., 625 fig. Dunod, Paris, 1953. Prix : relié, 4 400 et 4 600 F.

Cet ouvrage constituera, sous la signature d'ingénieurs éminents, un traité complet de la machine-outil en huit tomes. Il apparaîtra

comme indispensable aux ingénieurs et aux techniciens de la mécanique. Le tome I traite des machines-outils en général et de l'usinage, le tome IV de l'usinage par outils de translation, raboteuses, étaux-limeurs, mortaiseuses, etc. Les tomes II, III, V, VI, VII et VIII sont en préparation.

Résistance des matériaux, par G. Manuel. 1 vol. 16×25, 264 p., 190 fig. Dunod, Paris, 1953. Prix : 1 860 F.

Cet ouvrage apporte à l'étudiant, à l'ingénieur ou au technicien les connaissances indispensables pour accéder aux domaines spécialisés : travaux publics, mécanique, aviation, etc. L'exposé méthodique est du niveau des mathématiques générales. Il étudie la suite des problèmes posés à l'ingénieur appelé finalement à choisir les matériaux les mieux adaptés et à déterminer les structures convenant le mieux à un but déterminé.

Éléments de construction à l'usage de l'ingénieur, par G. Lemasson et A. L. Tourancheau. T. X. Moteurs à combustion interne. 1 vol. 16×25, 160 p., 185 fig. Dunod, Paris, 1953. Prix : 420 F.

Dans cette nouvelle édition du dernier tome de cet important ouvrage, la première partie étudie la thermodynamique des moteurs à combustion interne, les combustibles, leurs caractéristiques et leur domaine d'emploi ; la seconde partie traite la construction des moteurs. L'ouvrage sera très utile aux étudiants, aux ingénieurs et aux utilisateurs.

Introductory engineering materials, par I. H. Cowdrey et E. L. Bartholomew. 1 vol. 14×25, 424 p. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1953. Prix : 6 dollars.

Exposé descriptif élémentaire de la fabrication et des propriétés des matériaux utilisés actuellement par l'art de l'ingénieur. L'ouvrage, spécialement destiné aux étudiants des instituts et des écoles techniques, fournira également aux techniciens et aux bureaux d'études une documentation permettant de se reporter aux ouvrages plus complets.

Nylon technology, par K. H. Inderfurth. 1 vol. 15×24, 335 p. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1953. Prix : 46 sh. 6 d.

Documentation pratique très complète sur les propriétés du Nylon du point de vue textile et sur les techniques conduisant à l'obtention de produits finis par son emploi seul ou en mélange avec d'autres fibres. La liste de ces produits s'allonge constamment. Ils interviennent aussi bien dans les textiles vestimentaires que pour des usages industriels. La teinture, l'impression et la finition sont également traités.

Manuel de l'ingénieur. Hütte. Tome III, 2e partie. 1 vol. in-16, 472 p., 671 fig., 84 tab. Béranger, Paris, 1953. Prix : relié, 2 650 F.

Cet ouvrage est bien connu et apprécié dans les milieux techniques. Le présent volume, remanié, est consacré aux constructions, aux installations d'usines, au chauffage et à la ventilation, à la construction des routes, au matériel utilisé pour les travaux publics.

Organisation, par J. Chevalier. 2 vol. in-8°, Tome I, 288 p., 68 fig. ; Tome II, 263 p., 86 fig. Dunod, Paris, 1953. Prix de chaque volume : 950 F.

Le succès de cet ouvrage est grand puisque voici sa huitième édition. Celle-ci a été mise à jour en tenant compte des dernières dispositions juridiques et administratives. Le premier tome est consacré au gouvernement de l'entreprise, à la gestion financière, la comptabilité, la politique commerciale et les ententes ; le second traite de l'organisation du travail dans les ateliers et les bureaux. Cet ouvrage théorique et pratique est le guide précieux des industriels, des directeurs, ingénieurs, techniciens, commerçants.

Convertisseurs de couple, transmissions automatiques, par P. M. Heldt. 1 vol. in-8°, 540 p., 300 fig. Dunod, Paris, 1953. Prix : relié, 4 820 F.

Traduit de la dernière édition américaine, ce livre rend compte des importantes innovations des transmissions automatiques utilisées dans la construction automobile. Très bien documenté, il permet de s'orienter facilement parmi les nombreuses transmissions automatiques ou semi-automatiques, les coupleurs et convertisseurs et les servo-commandes hydrauliques ou électriques.

Engineers and Ivory towers, par Hardy Cross. 1 vol. in-8°, 141 p. McGraw-Hill, New-York et Londres, 1952. Prix : relié, 32 shillings.

Exposé des idées d'un professeur doublé d'un ingénieur réputé, sur les relations entre l'art de l'ingénieur, les sciences et les études classiques. Il aborde des sujets variés tels que la formation de l'ingénieur, son rôle technique, ses responsabilités, ses obligations sociales, etc. Ces essais soulignent les progrès de la technique, agent indispensable du progrès matériel et de l'organisation d'une vie meilleure ; ils en indiquant aussi les limites.

Esthétique industrielle. 1 vol. in-8°, 192 p., ill., 12 pl. Presses universitaires de France, Paris, 1952. Prix : 600 F.

Le développement rapide des techniques industrielles a modifié l'aspect du milieu où nous vivons ; en de nombreux points leurs réalisations heurtent le goût de beaucoup. Dix auteurs exposent leurs opinions et leurs suggestions sur ce problème d'actualité. C'est là une heureuse initiative, pour inciter des constructeurs d'usines et autres installations industrielles à se préoccuper de considérations esthétiques.

La productivité, par Jean Fourastié. 1 vol. in-16, 119 p. Collection « Que sais-je ? ». Presses universitaires de France, Paris, 1952. Prix : 150 F.

A la mode depuis quelques années, le mot s'applique-t-il à la faculté de produire, à l'effort possible ou à la production exprimée en diverses unités de monnaie, de temps, de travail, de salaire ? Comme toutes les données économiques, c'est une notion complexe, touffue, difficile à dégager des statistiques, des doctrines et des réalités. L'auteur, mêlé de près à l'étude de la productivité dans laquelle il voit le grand progrès du xxe siècle, a le mérite de signaler nombre d'exemples intéressants, choisis dans le temps et dans l'espace, mais où l'on trouve confondus services et produits et affirmé un progrès social par le progrès économique dû au progrès technique, sans qu'aucun d'eux soit tracé clairement.

Mesure de la productivité. 1 vol. in-8°, 112 p. Publication O.E.C.E. Dépôt : Presses universitaires, Paris, 1952. Prix : 230 F.

Ce rapport est le résultat des travaux d'une mission aux États-Unis qui étudia en 1950 le fonctionnement de la division Productivité du Bureau des statistiques du travail. Les méthodes utilisées sont décrites et discutées. L'attention est attirée sur le fait que la mesure de la productivité est un des facteurs déterminants de son accroissement.

Cerveaux sans âme, les robots, par Rolf Strehl. 1 vol. 14×22, 320 p. Éditions Self, Paris, 1953. Prix : 780 F.

Vivant exposé de l'état actuel et des possibilités futures de l'électronique et particulièrement de l'automatisme. Ce livre, abondamment documenté, bien illustré, d'une lecture facile, donne une idée des étonnantes et angoissantes perspectives ouvertes par les progrès techniques. Il montre à l'évidence qu'une science nouvelle est appelée à transformer complètement les structures de la vie économique et sociale.

Photo-almanach Prisma n° 5. 1 vol. in-8°, relié, 420 p. Prisma, Paris, 1952.

Beaucoup de photos primées qui ne sont pas pour autant toutes excellentes. Abondantes suggestions pour imaginations en vacances. Toutefois quelques indications précieuses sur l'utilisation du décentrement, les fantaisies sans appareil, de belles photos scientifiques (décharges électriques), la « physiographie », l'usage des trames, les reflets concentriques.

Travaux photographiques simplifiés, par R. Andreani. 2e édition, 76 p., broché. Photo-revue, Paris, 1952.

L'auteur parvient à montrer comment, avec un matériel très simple et un minimum de produits on peut arriver à faire soi-même, sans laboratoire spécialement aménagé, tous les travaux protographiques usuels : installation, développement des pellicules en cuvette, développement en cuve ; tirage sur papiers, agrandissement. On apprend à construire une tireuse, un margeur, un passe-vue pour films, un réchauffeur de bains.

Photographie ultra-rapide et cinématographie à grande fréquence, par M. Dénibéré. 1 broch. in-16, 125 p., 84 fig. Éditions L.E.P.S., Paris, 1953. Prix : 450 F.

Techniques permettant de prendre des images jusqu'à moins d'un millionième de seconde au moyen de lampes à éclat et utilisations possibles en balistique, en aviation, pour l'étude des moteurs, des machines, etc.

La pratique du 8 mm, par N. Bau. 1 vol. in-8°, 138 p. fig. Paul Montel, Paris, 1952.

La cinématographie de petit format, en 8 mm, a pris un énorme développement parmi les amateurs, provoquant la création d'un matériel de plus en plus varié et perfectionné. Un spécialiste et propagandiste de ces techniques, de cette distraction, de ce sport a réuni ici tout

ce qu'il convient de savoir : les caméras et leurs objectifs, les moteurs, les films en noir et en couleurs et leurs bobines d'entraînement, les accessoires tels qu'écrans, viseurs, télémètres, photomètres, le choix des scènes, le titrage et le montage, la projection, l'enregistrement et la reproduction des sons. Tout y est, pour l'apprentissage et les joies des amateurs de vues personnelles.

Traité d'irrigation, par V. Bauzil. 1 vol. in-8°, 418 p., 210 fig., 1 atlas. Eyrolles, Paris, 1952. Prix : relié, 5 500 F.

L'irrigation conditionne la mise en valeur des terres et notamment leur mise en culture, nécessaire pour leur peuplement. Éminent spécialiste de l'équipement hydro-électrique et hydro-agricole, appelé à diriger d'importants travaux au Maroc, l'auteur a rédigé un livre essentiellement pratique, vade-mecum très complet à l'usage des techniciens qui ont à étudier, réaliser ou exploiter un réseau d'irrigation.

La Haute Autorité de la Vallée du Tennessee (T.V.A.), par R. Foch. 1 vol. 14×22,5, 170 p., 1 carte. Presses universitaires, Paris, 1952. Prix : 500 F.

La Tennessee Valley Authority, la T.V.A., constitue le plus important des grands travaux de la période du New Deal du Président Roosevelt, conçu en 1933 en vue de résorber le chômage. Les réalisations de cette œuvre considérable sont bien connues ; ce qui l'est moins, ce sont les problèmes posés par l'organisation et l'administration d'une société investie de pouvoirs gouvernementaux mais possédant cependant la souplesse d'une entreprise privée.

Biology and Language, par J. H. Woodger. 1 vol. in-8°, 364 p. Cambridge University Press, 1952. Prix : relié, 40 shillings.

Série de conférences du professeur de l'Université de Londres sur la méthodologie biologique. Il y a la découverte des faits, l'invention des hypothèses, la critique des théories, et leur ajustement réciproque. Cela ne va pas sans qu'on ait défini le langage, à la fois le sens des mots et leur connexion avec les choses, leur valeur symbolique et mathématique. Cela est plus facile en physique et en chimie qu'en biologie où il n'est pas sûr qu'on y soit arrivé. L'auteur donne avec verve de nombreux exemples des imprécisions de langage, puis examine de ce point de vue divers problèmes de génétique et de neurologie, où apparaissent des confusions entre l'hérédité et l'action du milieu ou entre les faits physiques et les données psychologiques et sociologiques.

Manuel de reliure, par Roger Fourny. 1 vol. in-8°, VIII-238 p. Ch. Béranger, Paris et Liège, 1952. Prix : 1 700 F.

Vade-mecum à jour de la technique moderne sous ses aspects manuels et mécaniques. Quatre parties principales : 1° industries connexes (papiers, imprimerie, brochure), matières premières de la reliure et de la dorure ; 2° reliure manuelle (travaux d'amateurs, de particuliers et de bibliothèques) ; 3° cartonnage et reliure industrielle modernes (procédés, opérations, machines, organisation, prix de revient) ; 4° dorure. Abondantes illustrations.

Nouveau traité de biscuiterie et de pâtisserie industrielles, par Ph. Grospierre. 1 vol. in-8°, 281 p., 28 fig. Desforges, Paris, 1953. Prix : 2 200 F.

Expert connu, l'auteur a groupé tout ce que le fabricant doit savoir des matières premières, du matériel moderne (mécanisation et travail en continu) ; il y ajoute les recettes de 382 espèces de biscuits, petits fours, gâteaux, gaufrettes, pains d'épices, biscottes, etc. Cette refonte d'un ouvrage datant de 25 ans en fait le traité magistral classique de la biscuiterie.

Weed Control, par W. W. Robbins, A. S. Crafts et R. N. Raynor. 2e édition. 1 vol. in-8°, XII-503 p. Mac Graw-Hill, New-York et Londres, 1953. Prix : relié, 57 sh. 6 d.

L'importance croissante qu'on accorde aux « mauvaises herbes » les met presque à égalité, parmi les fléaux agricoles, avec les insectes et les champignons parasites. La lutte entreprise contre elles revêt un caractère scientifique : fondée sur la connaissance des modes de reproduction et de propagation et sur l'écologie, utilisant des armes chimiques formidablement puissantes mais plus ou moins sélectives et faisant de plus en plus appel aux procédés dits « biologiques », non seulement elle guérit, elle prévient. De tout ceci les auteurs donnent un tableau clair, précis et à jour qui, destiné aux agronomes, doit intéresser aussi des botanistes et des économistes.

Le gérant : F. Dunod. — dunod, éditeur, paris. — dépôt légal : 1er trimestre 1954, n° 2596. — Imprimé en France.
barnéoud frères et c^ie, imprimeurs (310566), laval, n° 2874. — 1-1954.

Le gérant : F. DUNOD. — DUNOD, ÉDITEUR, PARIS. — DÉPÔT LÉGAL : 1er TRIMESTRE 1954, No 2596. — IMPRIMÉ EN FRANCE.
BARNÉOUD FRÈRES ET Cie, IMPRIMEURS (310566), LAVAL, No 2874. — 1-1954.